

Técnicas de Irrigação para Agricultores de Pequena Escala



 **PRÁTICAS
FUNDAMENTAIS**
para Implementadores
de RRC



Ajuda Humanitária
e Protecção Civil



Técnicas de Irrigação para Agricultores de Pequena Escala: Práticas Fundamentais para Implementadores de RRC

As designações empregadas e a apresentação do material neste produto de informação não implicam a expressão de qualquer opinião por parte da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) sobre a situação jurídica ou estágio de desenvolvimento de qualquer país, território, cidade ou área ou de suas autoridades, ou sobre a delimitação de suas fronteiras. A menção de companhias específicas ou produtos de fabricantes, patenteados ou não, não implica que sejam endossados ou recomendados pela FAO em preferência a outros de natureza similar não mencionados.

As opiniões aqui expressadas são dos autores e não representam necessariamente as opiniões ou políticas da FAO.

ISBN 978-92-5-008326-1 (impresso)

E-ISBN 978-92-5-008327-8 (PDF)

© FAO, 2014

A FAO incentiva o uso, reprodução e divulgação do material contido neste produto de informação. Salvo indicação em contrário, o material pode ser copiado, baixado e impresso para estudo, pesquisa e ensino, ou para uso em produtos e serviços não comerciais, desde que se indique a FAO como fonte e detentora dos direitos autorais e não implique o endosso pela FAO das opiniões, produtos ou serviços dos usuários. Todos os pedidos de tradução e direitos de adaptação, bem como revenda e outros direitos de uso comercial, devem ser feitos através de www.fao.org/contact-us/licence-request ou endereçados a copyright@fao.org.

Os produtos de informação da FAO estão disponíveis no site www.fao.org/publications e podem ser adquiridos através de publications-sales@fao.org.

Autores	Martin Smith, Giovanni Muñoz e Javier Sanz Alvarez
Coordenadores da série	Javier Sanz Alvarez e Erin O'Brien
Fotos	© FAO/Javier Sanz Alvarez, salvo indicação em contrário
Desenho e composição	Handmade Communications, design@handmadecom.co.za
Tradutor	Bangula Lingo Centre, info@blc.co.za

Técnicas de Irrigação para Agricultores de Pequena Escala



Este documento faz parte da série, *Um Guia de Campo para a Redução do Risco de Calamidades na África Austral: Práticas Fundamentais para Implementadores de RRC*, coordenada pelo Escritório Sub-regional da FAO para a Redução/Gestão de Risco de Calamidades para a África Austral. Esta série foi produzida com contribuições por parte da COOPI, FAO, OCHA e UNHABITAT, e é constituída pelos seguintes documentos técnicos:

- Técnicas de Irrigação para Agricultores de Pequena Escala (FAO)
- Escolas de Campo para Agricultores (FAO)
- Gestão da Diversidade de Culturas (FAO)
- Variedades de Sementes Apropriadas para Pequenos Agricultores (FAO)
- Sistemas Apropriados de Armazenamento de Sementes e Cereais para Pequenos Agricultores (FAO)
- Hospitais Seguros (COOPI)
- Tecnologia Móvel para a Saúde (COOPI)
- Sistemas de Gestão de Informação e Conhecimento (COOPI)
- Arquitectura para a Redução de Risco de Calamidades (UN-Habitat)
- Redução de Risco de Calamidades para a Segurança Alimentar e Nutricional (FAO)
- Sistema de Alerta Prévio de Base Comunitária (OCHA e FAO)

Este documento refere-se a actividades de auxílio humanitário implementadas com a assistência financeira da União Europeia. As opiniões expressas neste documento não devem ser consideradas, de qualquer modo, como reflectindo a opinião oficial da União Europeia, e a Comissão Europeia não é responsável por qualquer uso que possa ser feito quanto à informação nele contida.



Ajuda Humanitária
e Protecção Civil

A Ajuda Humanitária e Protecção Civil da Comissão Europeia financia operações de auxílio a vítimas de calamidades naturais e conflitos fora da União Europeia. O auxílio é direccionado imparcialmente, directamente para as pessoas que dele necessitam, independentemente da sua raça, grupo étnico, religião, género, idade, nacionalidade ou afiliação política.

Prefácio do ECHO

A região da África Austral e Oceano Índico é extremamente vulnerável no que respeita a ciclones, cheias, secas e tempestades tropicais. Estes choques recorrentes relacionados com o clima afectam negativamente os meios de subsistência e economias altamente sensíveis da região e desgastam a capacidade de recuperação total por parte das comunidades, o que, por sua vez, aumenta ainda mais a fragilidade e vulnerabilidade face a calamidades subsequentes. A natureza e tipo de desastres climáticos estão a mudar e a tornar-se mais imprevisíveis, aumentando em frequência, intensidade e magnitude em consequência da mudança climática. A vulnerabilidade na região é ainda agravada por factores socioeconómicos negativos preponderantes tais como a elevada taxa de VIH, a pobreza extrema, a insegurança crescente e o crescimento e tendências demográficos (incluindo a migração intra-regional e a crescente urbanização).

A Ajuda humanitária e Protecção civil da Comissão Europeia (ECHO) tem estado envolvido activamente na região, desde 2009, através do programa ECHO de Prontidão para Calamidades (DIPECHO), apoiando intervenções multissectoriais para redução do risco de calamidades nas áreas de segurança alimentar e agricultura, infra-estrutura e arquitectura adaptada, informação e gestão de conhecimentos, água, saneamento e higiene e saúde. Este programa opera segundo dois objectivos a saber:

- Preparação face a Emergências através do desenvolvimento de capacidades a nível local para gestão e estado de preparação sustentáveis, no que respeita a perigos relativos a condições atmosféricas, incluindo planos de preparação sazonais, formação,

stocks e equipamento para socorro de emergência, bem como Sistemas de Alerta Prévio.

- Habilitação das comunidades através de abordagens multissectoriais e a vários níveis, com a integração de RRC como componente central e maior segurança alimentar e nutricional como resultado.

Isto é feito em alinhamento com estratégias e quadros nacionais e regionais.

Para o DIPECHO, uma das principais medidas de sucesso é a replicabilidade. Para este efeito, o apoio técnico através de directivas estabelecidas para os implementadores de RRC constitui um resultado bem-vindo das intervenções do DIPECHO na região. O ECHO tem apoiado parceiros regionais, nomeadamente, COOPI, FAO, UN-Habitat e UN-OCHA, para melhoramento da resiliência das populações vulneráveis na África Austral através da provisão de financiamento para o teste no terreno e estabelecimento de boas práticas, e para o desenvolvimento de um *toolkit* para a sua aplicação na África Austral. A intenção do Escritório para os Assuntos Humanitários da Comissão Europeia e dos seus parceiros é de concretizar os dois objectivos de forma sustentável e eficiente, através das práticas contidas no actual *Toolkit* a fim de assegurar uma maior resiliência das populações mais vulneráveis na região.

Cees Wittebrood

Chefe da Unidade para a África Oriental, Ocidental e Austral
Directorado Geral para Ajuda Humanitária e Protecção Civil (ECHO)
Comissão Europeia



Prefácio da FAO

A região da África Austral é vulnerável a grande diversidade de perigos, em grande parte associados a causas ambientais (como secas, ciclones, cheias) e também a doenças humanas e animais, pragas, choques de natureza económica e, em algumas áreas, agitação e insegurança sociopolítica, entre outros. O perfil de risco da região está em evolução com o aparecimento de novos factores de proeminência crescente, incluindo elevadas taxas de crescimento populacional e uma tendência para maior urbanização, migração e mobilidade, para além de outros factores. As ameaças naturais continuarão a ser progressivamente mais influenciadas pelas tendências relativas à mudança climática. As calamidades na região são muitas vezes compósitas e recorrentes, causando impactos dramáticos sobre os meios de subsistência e sobre a economia e meio ambiente dos países da África Austral, muitas vezes prejudicando o crescimento e as conquistas arduamente conseguidas em termos de desenvolvimento.

O aumento da Resiliência dos meios de Subsistência a Ameaças e Crises constitui um dos objectivos estratégicos da estratégia empresarial da FAO (Objectivo Estratégico 5, ou SOS). A FAO pretende especificamente aumentar a resiliência no que respeita à agricultura e à segurança alimentar e nutricional, sectores que são dos mais gravemente afectados por ameaças naturais. O impacto de choques e calamidades pode ser mitigado e a recuperação em grande parte facilitada com o estabelecimento de práticas agrícolas adequadas. Assim, o melhoramento da capacidade das comunidades, autoridades

locais e outros intervenientes é fundamental para o desenvolvimento de resiliência

A FAO, em conjunto com outros parceiros, está a realizar trabalho intensivo na África Austral no sentido de consolidar a resiliência de comunidades sujeitas a choques o que está a desenvolver uma melhor base de conhecimentos e a documentar boas práticas. Este *toolkit* (conjunto de ferramentas) pretende disseminar melhores métodos e tecnologias relativos a aspectos fundamentais da agricultura, tais como variedades apropriadas de sementes, irrigação, sistemas de armazenamento, utilização da terra e da água e Escolas de Campo para Agricultores, na esperança de que estes possam ser úteis para diferentes intervenientes, no que respeita aos seus esforços para melhoramento da sua resiliência. Uma abordagem multisectorial e parcerias sólidas são consideradas fundamentais para o êxito do trabalho no sentido da criação de resiliência. Por este motivo, este *toolkit* inclui igualmente aspectos de boas práticas de resiliência não especificamente agrícolas contribuídos por parceiros da FAO (UN-OCHA, UN-HABITAT e COOPI), os quais certamente enriquecem esta colecção.

David Phiri

Coordenador Sub-regional
Escritório Sub-regional da FAO
para a África Austral
Harare

Mario Samaja

Coordenador Sénior
Escritório Sub-regional da FAO
para RRC na África Austral
Joanesburgo

Índice

Acrónimos e Abreviaturas	05
1. Introdução	06
2. Exemplos Práticos de Tecnologias Comuns para Irrigação	09
3. Princípios e Práticas Fundamentais de Selecção e Instalação	31
4. Formação e Demonstrações Destinadas aos Agricultores.....	41
5. Bibliografia e Referências para Leitura Adicional.....	45

Acrónimos e Abreviaturas

CV	cavalo-vapor
G/RRC	gestão/redução de risco de calamidades
IPM	gestão integrada de pragas (<i>integrated pest management</i>)
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FFS	escola de campo para agricultores
FWM	gestão de água para agricultura
OG	organização governamental
Ha	hectare
Km	quilómetro
M	metro
M²	metro quadrado
M³	metro cúbico
ONG	organização não-governamental
NRLW	Serviços da FAO para a Gestão e Desenvolvimento de Recursos Hídricos
O&M	operação e manutenção
OFWM	gestão da água nos campos agrícolas
PEP	tubos de polietileno
PT&E	formação e extensão integrativas
PVC	polivinilcloro
SPFS	Programa Especial para a Segurança Alimentar
ToT	formação de formadores
US\$	dólar dos estados unidos
WCC	componente de controlo de água
WUA	associação dos utilizadores de água

1. Introdução

Antecedentes e Justificação

As emergências recorrentes na África Austral¹ causadas por perigos naturais e biológicos, tais como cheias, secas, ciclones, pragas e doenças expuseram um importante segmento da população a altos níveis de vulnerabilidade. Esta situação é por vezes agravada ainda mais por dissensões civis, VIH/SIDA e sobressaltos económicos. As alterações climáticas e o incremento previsto na frequência e severidade de eventos climáticos extremos, afectará o sector da agricultura, agravando assim os riscos enfrentados pelas



¹ Angola, Botswana, Comores, RD do Congo, Lesoto, Madagáscar, Malawi, Moçambique, Namíbia, África do Sul, Suazilândia, Zâmbia, Zimbabué

populações rurais, a maioria das quais depende da agricultura para os seus meios de vida e segurança alimentar.

Os programas internacionais de emergência contribuíram muito para superar os choques imediatos derivados de eventos climáticos extremos e de situações de emergência, através da provisão das necessidades imediatas em géneros alimentícios e abrigo e para corrigir os seus impactos negativos sobre as vidas das populações e seus meios de subsistência.

Contudo, urge não focalizar somente em torno da resposta, mas também no incremento da resiliência² das comunidades vulneráveis através da prevenção e redução do impacto associado a eventos destrutivos e incrementar a prontidão para a resposta das populações a fim de reduzir as suas vulnerabilidades. A redução/gestão do risco de calamidades (R/GRC) e adaptação a alterações climáticas têm merecido uma alta prioridade na estratégia integrada da FAO para apoiar os governos a melhor responderem aos desastres naturais mediante a adopção de políticas, instituições e mecanismos de coordenação adequados e fortalecer as suas capacidades a nível nacional e local para avaliar, reduzir e adaptar-se aos riscos de desastres climáticos.

Para construir a resiliência dos pequenos produtores agrícolas expostos a perigos derivados de desastres naturais recorrentes,

² A capacidade dos agregados familiares de manterem um certo nível de bem-estar (isto é de segurança do ponto de vista alimentar), mediante resistência aos choques e aos estresses associados.

as intervenções da FAO visam promover a divulgação de métodos melhorados e de tecnologias de RRC sobre aspectos fundamentais dos sectores de agricultura e de segurança alimentar, incluindo a agricultura de conservação, produção de culturas, variedades de sementes apropriadas, uso e gestão de terras e de água, distribuição de insumos agrícolas, seguros, reabilitação ambiental, reflorestação protectora e irrigação, entre outros.

Objectivo e Justificação

Para restabelecer a produção alimentar e criar um sistema agrícola susceptível de providenciar uma melhor segurança alimentar e garantias de sustentada produção e receitas, a FAO pretende tomar como ponto de partida a sua experiência acumulada durante os últimos anos na implementação de programas de gestão/redução de risco

de calamidades e proporcionar um guia prático para introdução de técnicas e tecnologias eficazes que possam assistir as comunidades propensas a perigos a ultrapassarem as ameaças recorrentes.

A introdução de técnicas apropriadas de gestão de água para agricultura, incluindo a irrigação, poderá providenciar uma forma eficaz para rapidamente restabelecer a produção e receitas e incrementar significativamente a resiliência da população local para superar emergências subsequentes.

Muito embora as respostas em cada tipo de emergência sejam diferentes, a introdução de técnicas de irrigação será, na maioria dos casos, uma opção atractiva:

- Depois das cheias e dos ciclones que ocorrem na estação das chuvas, a introdução da irrigação na estação seca subsequente permitirá aos agricultores produzirem culturas adicionais e facilitar uma recuperação rápida e atempada.



- Em condições de seca, altura em que a irrigação ajudará a ultrapassar os défices na precipitação, podendo a produção de alimentos ser substancialmente incrementada em resultado do acesso regular a água.

Uma variada gama de tecnologias de irrigação provou a sua eficácia para as diferentes condições relacionadas com o clima, solo e recursos hídricos disponíveis. A selecção da tecnologia apropriada de acordo com um dado contexto agro-geológico é fundamental para o sucesso ou fracasso.

A introdução de novas tecnologias para os agricultores de pequena escala muitas vezes não foi coroada de êxito na medida em que, tanto os agricultores como as organizações que os assistem tinham limitada experiência e conhecimento técnico para garantir uma apropriada selecção, instalação e gestão do equipamento e das facilidades de irrigação num dado contexto social e agro-geológico. Isso resultou em ineficácias e ineficiências, desperdício de recursos e/ou falha técnica do equipamento providenciado.

Aplicação pretendida

Este guia descreve as principais práticas para os implementadores e oficiais de campo envolvidos em vários programas de RRC e de assistência como uma introdução inicial às várias técnicas de irrigação que provaram ser um sucesso para os pequenos agricultores na África Austral.

Estes exemplos práticos de tecnologias comuns de irrigação são proporcionados com ilustrações, conceitos de projecção, requisitos técnicos relevantes, assim como constrangimentos comuns

experimentados na introdução das tecnologias. Uma indicação do investimento e custos operacionais é igualmente proporcionada para cada técnica de irrigação. Os princípios e etapas fundamentais necessários no terreno para garantir o sucesso da introdução de técnicas são apresentados com etapas e procedimentos para a implementação baseada no terreno.

Estas directivas estão baseadas numa revisão extensiva dos sucessos e fracassos das técnicas de irrigação introduzidas no âmbito do Programa Especial para a Segurança Alimentar³ durante um período de mais de 15 anos, essencialmente em África. Estas experiências demonstram que o processo de introdução e de familiarização dos agricultores com as técnicas de irrigação a partir da fase inicial é fundamental para o sucesso ou fracasso. Neste contexto, deve ser prestada a devida atenção ao contexto socioeconómico, bem como às ferramentas e práticas (tais como as escolas de campo para agricultores) para assistir os agricultores no processo de adopção e adaptação as novas tecnologias. O acesso ao crédito deve igualmente merecer uma análise cuidadosa para assegurar a viabilidade da tecnologia a longo prazo.

3 O Programa Especial da FAO para a Segurança Alimentar (SPFS) foi lançado em 1996 depois da Cimeira Mundial de Alimentação com o objetivo específico de incrementar a segurança alimentar e reduzir a fome. Durante um período de mais de 15 anos, o Programa introduziu tecnologias novas e melhoradas que resultaram num rápido incremento da produção agrícola e das receitas do agricultor em mais de 100 países. As tecnologias de controlo da água formaram um elemento fundamental no conjunto das tecnologias introduzidas. A revisão pode ser consultada no portal eletrónico da FAO: <http://www.fao.org/docrep/014/i2176e/i2176e00.pdf>

2. Exemplos Práticos de Tecnologias Comuns para Irrigação

Esta secção apresenta uma gama de tecnologias comuns para irrigação. Cada tecnologia é acompanhada por, nomeadamente:

- Ilustrações relevantes;
- Conceitos do projecto;
- Requisitos técnicos, assim como constrangimentos comuns; e
- Indicação dos custos de investimento e de funcionamento.



Figura 1: Irrigação de legumes por meio de regador

Regador

O regador pode providenciar uma técnica de irrigação simples e acessível que é entendida e largamente aplicada pelos agricultores de pequena escala na produção de hortícolas. A tecnologia não requer grandes investimentos, mas requer trabalho intensivo e somente permite a irrigação de uma pequena área/horta (50 a 100 m².)

Tabela 1: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a rega com regador

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none">• Fonte de água (rios, riachos, canais, drenos, poços rasos) na vizinhança imediata (< 50 m)	<ul style="list-style-type: none">• Regadores à venda no mercado• Acesso ao mercado local para os produtos hortícolas	<ul style="list-style-type: none">• Alto factor de trabalho• Acesso a fonte de água próxima

A irrigação através de um regador ou balde (ver Figuras 1 & 2) providencia um meio simples de incrementar culturas de regadio para muitos agricultores de pequena escala. Na maioria dos casos, os regadores são produzidos localmente a partir de aço galvanizado, plástico e por vezes de materiais disponíveis localmente, tais como cabaças. O transporte

de regadores da fonte de captação da água até a área de regadio exige trabalho intensivo e a irrigação deve ser feita diariamente. Em geral, a fonte de água não deve distar mais de 50 m da área a ser irrigada; não deve ser funda e deve permitir fácil acesso para o enchimento do regador. Um reservatório alimentado por uma pequena bomba de água é por vezes construído para facilitar o acesso (ver Figura 3). Normalmente, as hortas/áreas irrigadas estão situadas nas margens de rios e riachos ou onde facilmente pode ser obtida água superficial ou subterrânea. O volume da força de trabalho necessário para transportar água da fonte até aos campos limita a área que pode ser efectivamente irrigada pelo agregado familiar que geralmente é compreendida entre 50 a 100 m².

Os regadores foram utilizados em muitas intervenções de emergência, geralmente para apoiar a produção de hortícolas em

pequena escala por grupos – geralmente grupos de mulheres. Para ajudar a gerar receitas adicionais, os mercados próximos são importantes para a venda de hortícolas; assim, muitas culturas de regadio são geralmente vendidas nos centros urbanos e em aglomerados.

Custos

O custo de um regador para irrigar cerca de 100 m² é de cerca de US\$ 5 ou menos, isto é, são necessários US\$ 500 por hectare (ha). Por vezes, é necessário incorrer em custos adicionais para garantir a fonte permanente de água, através da instalação de uma bomba de água, construção de um reservatório de água ou melhorar o poço raso.

Todavia, os custos de mão-de-obra podem ser avultados e, dependendo da distância entre a fonte de água e o campo, podem



© FAO/Olivier Asselin



© FAO/A. Casset

Figura 2 (esquerda): Rega com um balde

Figura 3 (direita): Usando um regador lata de regar para retirar água de um reservatório em cimento

variar entre US\$1 200–1 500/ha por estação agrícola (tomando como base de cálculo US\$1/dia de trabalho e a necessidade de água de 3 000 m²/ha).

Bombas de pedal

Originalmente desenvolvida na Ásia, a bomba de pedal foi extensivamente introduzida em muitos países Africanos e promovida por várias agências internacionais e ONG especializadas; isto demonstra a importância desta técnica de micro irrigação. Esta técnica, que requer um investimento relativamente modesto de aproximadamente US\$ 100, permite ao agricultor de pequena escala irrigar uma área mais substancial do que seria possível irrigar com o método tradicional

de regador. Para o transporte de água da fonte a uma profundidade de cerca de 7 m, o uso da bomba de pedal permite irrigar uma área típica de 2 000 a 3 000 m² com um bombeamento de água de 1 L por segundo durante pelo menos 4 horas por dia.

A tecnologia da bomba de pedal foi substancialmente avaliada desde a sua introdução pela primeira vez nos anos 70 e desenvolvida uma variada gama de modelos por várias organizações, incluindo a FAO, utilizando o mesmo conceito, mas recorrendo a diferentes materiais e melhorando o seu desenho e fabrico. Os dois tipos principais de bomba de pedal podem ser distinguidos pela forma do seu funcionamento: a bomba de pedal por gravidade (Figura 4) e a bomba de pedal por pressão. A bomba de pressão provou ser muito útil, visto que pode ser ligada a uma mangueira flexível que permite regar directamente a cultura (Figura 5).



© W3W, Suisse



© M Smith

Figura 4 (esquerda): Bomba de pedal por gravidade em betão

Figura 5 (direita): Rega com bomba de pedal de pressão

A propagação da tecnologia foi facilitada através da promoção do fabrico local, muitas vezes através de projectos financiados separadamente e com a assistência de ONG internacionais especializadas.

Porém, o entusiasmo inicialmente suscitado pela invenção da bomba de pedal foi temperado visto que a tecnologia apresenta uma série de reveses e limitações, conforme demonstrado em vários programas, e provou ser menos sustentável devido a uma série de razões. Os constrangimentos incluem, nomeadamente:

Fraca qualidade de fabrico local e avarias constantes;

- Inadequada assessoria técnica para a instalação e operação do equipamento;
- Considerável trabalho diário ainda necessário para bombear água; Limitações, em particular, no modelo de gravidade, visto que não é possível transportar uma pequena quantidade de água a uma dada distância até a cultura;
- A alta elevação necessária para permitir o funcionamento da bomba de pedal, em particular os primeiros modelos, causou certo desconforto para as mulheres; e
- A partilha da bomba de pedal entre um grupo de utilizadores não foi muito bem-sucedida.

A bomba de pedal alcançou muito sucesso em projectos de desenvolvimento implementados nas zonas húmidas onde é possível alcançar águas subterrâneas a uma pequena profundidade (<3 m), em combinação com a construção/desenvolvimento de poços e onde a bomba de pedal por pressão foi associada a um sistema de tubagem de baixa pressão e manguieiras flexíveis para a distribuição de água por aspersão.

Tabela 2: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a bombas de pedal

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none"> • A fonte apropriada de água (superficial ou subterrânea) deve estar próxima da área de regadio • Elevação da água a uma altura inferior a 7 m • Extensão da área de regadio de hortas existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores familiarizados com sistemas de regadio de hortas e acesso ao mercado • Capacidade de fabrico local e pós-serviços • Demonstração e serviços de assistência para um sistema melhorado de regadio do campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho intensivo e restrito a 3–4 horas/dia • Área limitada de 200 a 3 000 m² • Fraca qualidade do fabrico local • Inadequado sistema de regadio do campo

Custos

O investimento para aquisição de uma bomba de pedal, incluindo o conjunto de manguieiras flexíveis para a captação de água para regadio é orçado em US\$ 120 por unidade, podendo irrigar uma área de 2 500 m², ou seja o equivalente a cerca de US\$ 500/ha; o custo da mão-de-obra para operar a bomba por estação é estimado US\$ 150 por cada unidade ou US\$ 600/ha.

Bombas motorizadas

O bombeamento motorizado revolucionou a agricultura de regadio e deu uma importante contribuição para a segurança alimentar e produção de rendimentos para os agricultores de pequena escala em muitos países.

Com pequenas bombas motorizadas de baixo custo (Figura 6) hoje existentes no mercado, a tecnologia oferece uma opção viável para o agricultor individual ou grupo de agricultores de pequena escala. Os agricultores individuais podem alargar a área de irrigação das suas hortas, graças a uma bomba motorizada, enquanto grupos de agricultores podem irrigar uma área comum ou colectiva. O equipamento provou a sua fiabilidade, desde que seja assegurada a devida manutenção e disponibilizadas as necessárias peças sobressalentes. Porém, os custos de combustível e o acesso ao combustível constituem um grande



© Stephan Abriç/Practica Foundation

Figura 6: Pequena bomba motorizada de 1,5 cv a gasolina

constrangimento para os agricultores de pequena escala. As bombas de maiores dimensões por vezes colocam problemas de gestão visto que áreas de regadio mais extensas requerem um bom sistema de transporte e de distribuição de água, com preferência para o uso de canais revestidos ou tubos PVC de baixa pressão e mangueiras flexíveis para os sistemas mais pequenos de bombas.

Tabela 3: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a bombas motorizadas

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none">• Recursos hídricos de fontes superficiais e subterrâneas disponíveis na vizinhança das áreas de regadio• Nível da água não superior a 7 m no local onde está instalada a bomba• Oportunidade para extensão da área de regadio para agricultores singulares• Garantias de uma boa gestão e cooperação dos agricultores no uso da bomba por grupo de utentes	<ul style="list-style-type: none">• Bomba motorizada incluindo serviços de manutenção e peças sobressalentes disponíveis e a venda no mercado• Acesso ao abastecimento regular de combustível a preço acessível• Acesso aos mercados para a comercialização dos produtos; Serviços de assessoria sobre selecção, instalação, práticas de irrigação no campo e manutenção• Adequada atenção ao sistema de transporte de água (revestimento do canal ou sistema de tubagem de baixa pressão)	<ul style="list-style-type: none">• Altos custos de investimento• Disponibilidade de combustível• Custos operacionais• Problema de gestão para os esquemas de bombeamento de água de maior envergadura• Baixa eficiência de irrigação devido ao não-conhecimento/domínio do sistema de transporte de água e de práticas de irrigação do campo

Muitos esquemas de irrigação de pequena escala e de aldeias foram equipados com bombas motorizadas para irrigar áreas de 5 a 200 ha, mas tem sido difícil garantir a organização dos agricultores ou das chamadas associações de utilizadores de água e assegurar o seu adequado funcionamento e manutenção e muitos esquemas de bombeamento de água não foram bem-sucedidos devido a fraca cooperação entre os agricultores.

Custos

A bomba motorizada de pequena dimensão impulsionada por um pequeno motor a gasolina ou gasóleo com uma potência de aproximadamente 2 a 5 cavalos e uma descarga típica de 2–15 L/segundo provou ser rentável (Figura 7). O preço desta bomba centrífuga diminuiu significativamente devido às importações da China e da Índia e tipicamente oscila entre US\$ 200–500, acessível aos pequenos agricultores mais estabilizados



© FAO-TCOF

Figura 7: Pequena bomba motorizada adequada para 2,5 ha de área irrigada

e que lhes permite irrigar uma área substancial de 1 a 5 ha. Os custos operacionais incluem essencialmente o custo do combustível que é orçado em US\$ 500/ha por cada estação agrícola.

Bombas solares

A bomba solar supera os constrangimentos associados aos elevados custos de combustível das bombas motorizadas. As bombas eléctricas ligadas as unidades de energia solar provaram ser fiáveis e o custo de sua manutenção é relativamente baixo. Porém, a produção de energia a partir dos painéis solares é limitada e na maioria dos casos uma bomba eléctrica impulsionada por energia solar pode irrigar apenas uma pequena horta de uma área de 0,3 a 1 ha.

Uma unidade de bomba solar (Figura 8) inclui painéis solares, uma bateria, uma unidade de regulação de corrente para armazenamento



© M. Smith

Figura 8: Painéis solares, bomba e reservatório para água potável e irrigação de jardim

de energia e um motor eléctrico ligado a uma bomba de água. Para irrigar eficazmente, a água precisa de ser armazenada num reservatório ou tanque de água e ligada a um sistema de tubagem de baixa pressão ou a um sistema de gotejamento.

Tabela 4: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a bombas solares

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
Fonte de água (rios, poços) de limitada profundidade (<10 m) Desenvolvimento de poços tubulares/furos para o caso de águas subterrâneas Adequada radiação solar (8–12 KWh/m ² /dia)	Os painéis e bombas viáveis estão à venda no mercado Construção de um reservatório para o armazenamento de água durante 2–3 dias para incrementar a descarga e superar os períodos de fraca radiação solar Sistema de tubagem de baixa pressão ou irrigação por gotejamento Serviços de assessoria técnica competentes para o desenho e instalação da bomba	Altos custos de investimento Baixo caudal Somente pequenas áreas de regadio são cobertas (de 0,3 a 1 ha)

Custos

Os custos dos investimentos são muito elevados e por vezes dificilmente justificáveis do ponto de vista económico. As estimativas do custo das baterias e dos reguladores de electricidade, assim como das componentes eléctricas das bombas motorizadas e do reservatório de água oscilam entre US\$ 10 000 a 15 000/ha. Os custos extras devem ser ponderados se for incluído um sistema de tubagem de baixa pressão ou um sistema

de irrigação por gotejamento que são os mais adequados para transmitir eficazmente os baixos caudais de água da bomba para as culturas.

Os custos operacionais e de manutenção dum sistema solar são limitados aos custos básicos de funcionamento e de manutenção (US\$50 a 100/ha). Assim, a energia solar necessária para bombear água para regadio pode ser uma opção de investimento interessante a longo prazo.

Poços superficiais

A água subterrânea provou ser uma fonte de água fiável e acessível para irrigação. Algumas tecnologias de baixo custo foram desenvolvidas, incluindo os revestimentos de poços superficiais e furos superficiais para melhorar o acesso a água subterrânea para a irrigação ou para consumo humano. A profundidade da água e a variabilidade em profundidade e quantidade podem colocar constrangimentos, uma vez que os sistemas de bombeamento comuns não permitem captar água a uma profundidade superior a sete metros.



© FAO-TCOF

Figura 9:
Desenvolvimento de um poço aberto

É necessário garantir o desenvolvimento de capacidades para treinar equipas locais de perfuração e provisão de assessoria técnica sobre as áreas e os procedimentos adequados. Algumas ONG internacionais na África Austral estão engajadas com sucesso na promoção de tecnologias de construção de poços superficiais e no desenvolvimento de capacidades dos artesãos locais.

Poços abertos

Tradicionalmente, os agricultores desenvolvem poços superficiais de 15–20 m de profundidade (Figura 9) para obter água potável e para regadio com uso de baldes (Figura 2). O desenvolvimento de poços superficiais é muito comum, particularmente nos fundos dos vales e nas zonas húmidas onde as águas subterrâneas encontram-se a uma pequena profundidade e os agricultores constroem poços a céu aberto



© FAO/Oliver Asselin

Figura 10: Guarnição interior de um poço aberto

para regadio por balde. Devido à natureza instável e arenosa dos solos, os poços a céu aberto colapsam facilmente e as técnicas de construção de poços foram melhoradas através do seu revestimento com manilhas de betão (Figura 10) ou de tijolos que permitem a captação da água subterrânea a uma maior profundidade.

Tabela 5: : Condições, requisitos e constrangimentos relativos a poços

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade das águas subterrâneas até 15–20m • Estrutura de solo estável para poços sem revestimento • Os solos arenosos requerem revestimento do poço até uma profundidade de > 2 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Artesãos locais com experiência tradicional na abertura de poços • Boa estabilização mediante necessário revestimento para os solos instáveis (areia) • Assessoria técnica para o fabrico de manilhas de betão e procedimentos de instalação 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo caudal • Pequena área para regadio • Conhecimento técnico sobre revestimento e fabrico de manilhas de betão • Proteção e visibilidade para prevenir acidentes

Custos

Os custos de abertura de poços tubulares podem variar consideravelmente dependendo da profundidade do poço e do equipamento utilizado para a perfuração; os custos podem oscilar entre US\$ 500–1 500 por cada poço com revestimento em manilhas de betão. Tradicionalmente, a abertura de um poço superficial com ou sem revestimento de tijolo pode ser muito mais barato e geralmente é feito por artesãos locais.

Poços tubulares (furos) superficiais

Os poços tubulares (furos) superficiais são uma técnica relativamente nova e promissora na África Austral e provaram ser particularmente efectivos com um sistema de tubagem PVC que está largamente disponível até nas zonas rurais. Algumas técnicas novas e rentáveis de perfuração de poços tubulares foram desenvolvidas para as diferentes condições hidrogeológicas que permitem a perfuração em várias condições de solos, incluindo solos arenosos e camadas de pedra dura.

As técnicas de desenvolvimento de poços tubulares (furos) superficiais incluem, nomeadamente:

- Perfuração de poços tubulares (furos) com broca
- Perfuração de poços tubulares (furos) com *rota sludge*
- Perfuração por percussão
- Lavagem por máquina de pressão
- Perfurador com martelo
- Equipamento de perfuração rotativa

ONG internacionais especializadas, desempenharam um papel importante na introdução de poços tubulares (furos) superficiais e na formação de construtores locais em novas técnicas de perfuração de poços, tais como a tecnologia *rota sludge*. Através da formação de pessoal local especializado na Perfuração, as tecnologias podem ser disponibilizadas aos agricultores a custos acessíveis.

Custos

O custo de Perfuração de um poço tubular (furo) superficial equipado de tubos PVC de 150 mm feita por equipas treinadas localmente oscila entre US\$ 300–400 por unidade e, em geral, pode irrigar uma área de 1 ha. O poço está acoplado a uma motobomba (±US\$ 250). Os poços

tubulares de profundidade superior a 30 m requerem equipamento de Perfuração especializado e bombas de múltiplos estágios e o seu custo unitário pode ser superior a US\$ 10 000.

Sistema de distribuição por canalização ou tubagem

O transporte de água desde o local de captação até às culturas é um elemento essencial do sistema de irrigação e na maioria dos casos é assegurado por gravidade, através de um canal. As perdas de água resultantes de um tal sistema podem ser consideráveis devido a evaporação e infiltração através do fundo do canal, particularmente em solos arenosos. Por outro lado, se não existirem estruturas de regulação da água ou o seu funcionamento for inadequado, não será possível controlar a distribuição da água e isso pode resultar na rotura do canal e desperdício de água. Em termos de perdas de água, a efetividade dos sistemas de gravidade a céu aberto é geralmente de 40% e grande parte da água pode ser desperdiçada com a conseqüente perda de energia para o bombeamento, sendo a área de regadio menor do que a prevista.

A provisão de uma bomba de irrigação aos agricultores sem a necessária assessoria técnica adicional de como proceder para a distribuição da água pelos campos e culturas resultou muitas vezes em grandes desperdícios de água, desempenho desencorajador, salinidade e frequentes desaires.

Nesta conformidade, em qualquer sistema de irrigação é importante prestar atenção adequada à configuração e ao desenho do sistema do canal e determinar o tipo de sistema a utilizar, os melhoramentos a introduzir e as estruturas de regulação a ser incluídas.

Os sistemas de distribuição por tubagem são muito eficientes, mas requerem investimentos significativos e energia. Alguns princípios

básicos dos dispositivos e as principais características técnicas são resumidamente elaborados a seguir, mas o desenho e a instalação de ambos os sistemas requerem assessoria técnica e apoio adaptados à situação específica.

Sistema de irrigação por gravidade

A captação de água de um canal aberto é feita a partir de um açude ou de uma estrutura de desvio ou de uma bomba. Para áreas maiores onde a água deve ser transportada por alguns quilômetros é necessário construir canais secundários e terciários. Para estes últimos, é necessário uma disposição e desenho que tomem em conta as estruturas de regulação do controle e dos níveis da água nos canais e a distribuição da quantidade apropriada da água por cada segmento do canal, revestimento e escoamento da água do campo. Para reduzir as perdas de água no canal e prevenir a erosão, particularmente em

solos arenosos e instáveis, deverá ser considerado o revestimento de pelo menos uma parte do sistema do canal (Figura 11). As estruturas de regulação do canal (Figura 12) incluem reguladores da corrente e do nível da água, estruturas de inclinação, entradas e saídas, assim como pontes e sifões para travessias de estrada e drenagem.

Apoio técnico adequado é necessário para garantir o desenho e a instalação apropriados de um sistema de canais de irrigação, mesmo para as pequenas áreas de irrigação de menos de 1 hectare. Além da disposição e da construção do sistema de canal, os agricultores precisam de receber formação sobre a operação e manutenção do sistema, incluindo assessoria sobre quando irrigar e a quantidade de água necessária para aplicação nas diversas culturas.

A construção de um sistema de canais envolve trabalho de escavação para os canais de irrigação e de drenagem, assim como estruturas de regulação da corrente. Ademais, parte do canal terrestre poderá ter de



©FAO/Antonello Prota



©FAO/Alberto Conti

Figura 11 (esquerda): Cobertura em tijolo de canal de irrigação

Figura 12 (direita): Regulação de um canal com estrutura para desnível e entradas para o terreno.

Tabela 6: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a sistemas de canais

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidade de uma estrutura de captação de água fiável (bomba, barragem, transposição) Fornecimento adequado de água para a área de regadio Bom potencial de expansão da área de regadio Fraca eficiência/corrente da água no sistema de transporte existente 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidade de fundos adequados para a construção Assistência técnica adequada para o desenho e serviços de assessoria técnica para os agricultores Os pedreiros locais devem ser treinados em pequenas estruturas de regulação Grupo de utilizadores de bombas de água motivados preparados para contribuir substancialmente no que concerne a escavação e trabalhos de construção 	<ul style="list-style-type: none"> Altos custos de investimento Fraca motivação dos membros de WUA no pagamento de taxa de operação e manutenção Conflitos entre os utilizadores de água a montante e a jusante Complexidade da distribuição de água Falta de serviços de apoio técnico competentes para a operação e manutenção

ser revestido para reduzir as perdas de água e o transporte da água em alguns troços difíceis do canal (Figura 13).

Custos

Com a premissa básica dos custos de escavação a US\$4 por m³, trabalho de betão a US\$ 150 por m³ para o revestimento e estruturas de regulação, os custos de construção do canal podem atingir US\$ 600–800 por hectare, incluindo o custo do revestimento parcial (10 %) e das pequenas estruturas de regulação. Para reduzir

os custos, recomenda-se, tanto quanto possível, o recrutamento de construtores locais. Quando grandes empreiteiros nacionais e estrangeiros são chamados a desenhar e a construir a obra, os custos são substancialmente mais elevados e o custo do investimento pode oscilar entre US\$3 000–8 000/ha.

Sistema de tubagem de baixa pressão

O sistema de distribuição por tubagem de baixa pressão (*sistema Californiano*) provou ser uma tecnologia efectiva e eficiente para os grupos de agricultores de pequena escala para transportar eficientemente a água para os campos e culturas (Figura 14). Em geral, a maioria dos materiais (tubos PVC ou PEP, mangueiras flexíveis) pode ser obtida localmente e os agricultores podem instalar o sistema com mínima assistência técnica ou com a ajuda de técnicos de irrigação privados localmente treinados.

Utilizado combinando uma pequena bomba motorizada ou bomba de pedal a pressão ou por gravidade a partir de um reservatório em



© FAO-TCOF

Figura 13: Erosão do canal à saída da bomba motorizada

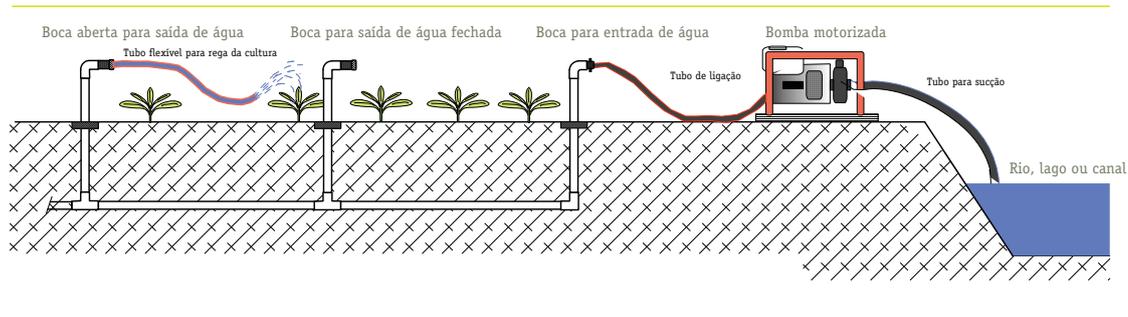


Figura 14:
Disposição de
sistema de condutas
de baixa pressão

M Smith

20



© M Smith



© M Smith

Figura 15 (esquerda): Sistema de tubo de PVC enterrado com saída ligada a um tubo flexível

Figura 16 (direita): Rega com tubo flexível

Tabela 7: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a sistemas de tubos de baixa pressão

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento de água disponível através de um aparelho de elevação de água (bomba de pedal, pequena motobomba) ou de um pequeno reservatório • Área irrigada a alguma distância da fonte de água • Extensão da área irrigada > 5 000 m² com possibilidade de extensão • Adequado para ser combinado com irrigação na estação seca em arrozais 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de pedal ou bomba motorizada disponíveis no mercado • Tubos e acessórios PVC disponíveis localmente • Assessoria técnica sobre o desenho, instalação e sistema de funcionamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos custos de investimento inicial • Rotura dos tubos flexíveis

ponto elevado, o sistema transporta e distribui eficientemente água directamente as áreas irrigadas (> 0.5 ha) e aos campos e assegura a irrigação rotativa entre as diferentes saídas da tubagem. As saídas da tubagem ou os hidrantes são colocados a uma distância regular (± 20 m.) num sistema subterrâneo PVC fixo. As saídas podem ser abertas orientadas directamente para o terreno ou conectadas a uma mangueira flexível que pode ser movida para qualquer ponto do campo para irrigar campos e culturas individuais (Figura 15).

Os sistemas de tubagem de baixa pressão foram introduzidos com relativo sucesso em vários países Africanos, na maioria dos quais com a assistência de agências técnicas.

Custos

O investimento necessário para os sistemas de tubagem de baixa pressão é ainda alto e oscila entre US\$ 1 000–1 500/ha, mas pode ser facilmente recuperado tendo em conta que a locação da água e a

facilidade de operação asseguram uma mais eficiente e eficaz aplicação da água, resultando em colheitas maiores, poupança de água e áreas de irrigação aumentadas.

Sistemas de irrigação por aspersão

A irrigação por aspersão foi largamente introduzida nos esquemas comunitários e individuais, nas áreas de irrigação de pequena escala e de grande escala. A técnica inclui um sistema completo de irrigação acoplado a uma bomba, tubos de distribuição e eixos laterais móveis onde são colocados os aspersores. O sistema assegura uma alta eficiência do uso da água, é fácil de instalar e está a venda no mercado. Porém, os altos custos do investimento, associados aos elevados custos do combustível para a operação das bombas de pressão, constituem os principais nós de estrangulamento e muitas vezes as razões por detrás do fracasso ou do abandono da implementação desta tecnologia.

Tabela 8: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a sistemas de irrigação por aspersão (borrifador)

Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento adequado de água dos rios, lagos, reservatórios ou fonte de água subterrânea • Necessário um sistema de irrigação móvel • Irrigação suplementar • Condições de ventos fracos 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento disponível no mercado • Sistema de bomba pressurizada (2–3 bar) • Energia barata disponível • Assessoria técnica sobre desenho, instalação e sistema de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos custos de energia • Alto custo de investimento • Custos do factor de trabalho na mudança de laterais para filas de plantio

Na irrigação por aspersão, a bomba capta a água a partir de uma fonte (rio, lago, canal ou poço) e transporta essa água a uma pressão considerável (2–3 bar) através de um sistema de tubagem parcialmente subterrâneo e parcialmente acima do solo com acoplamento e tubo flexível que pode ser transportado ao longo do campo até às culturas (Figura 17). Os aspersores estão colocados ao longo de eixos laterais e através das cabeças dos aspersores (Figura 18), a água é injectada nas culturas em padrões circulares. As perdas de água são relativamente baixas (<30%) e o sistema pode ser facilmente movido de um local para o outro. Não é necessário qualquer nivelamento do terreno e a força de trabalho necessária para transportar as condutas móveis de um lado para o outro do campo e conectar os hidrantes às principais linhas subterrâneas é mínima.

O sistema é utilizado numa gama de diferentes tipos e tamanhos e é igualmente utilizado pelos agricultores de pequena escala. Devido à mobilidade do equipamento, os sistemas de aspersores foram aplicados

com êxito como meios de irrigação suplementar, em locais onde os índices de precipitação são irregulares ou inadequados, e podem controlar ou fomentar a produção de culturas durante os períodos de seca.

Os principais constrangimentos do sistema de irrigação incluem os custos de investimento e custos operacionais elevados. Em particular, os altos custos do combustível e os requisitos de energia associados a pressurização fazem do sistema uma das opções muito onerosas e fora do alcance da maioria dos agricultores de pequena escala dedicados à produção de culturas alimentares.

Custos

Os custos de investimento do sistema de irrigação por aspersão incluem o custo da bomba motorizada com capacidade para providenciar pressão suficiente, assim como o mecanismo de acoplamento dos eixos laterais com condutas dos aspersores e um sistema de tubagem pressurizado. Os custos estimativos do investimento dos sistemas de



© FAO/Alberto Conti



© M. Smith

Figura 17
(esquerda): Linha
de irrigação lateral
móvel em alumínio

Figura 18 (direita):
Cabeça de irrigação
rotativa

irrigação por aspersores oscilam entre US\$3 000–5 000/ha. Devido à alta pressão requerida, os custos operacionais são elevados e podem oscilar entre US\$800–1 000/ha por cada estação agrícola.

Sistemas de irrigação por gotejamento

Na irrigação por gotejamento, a água é directamente injectada na cultura através de pequenos gotejadores montados em tubos de polietileno flexíveis ao longo das fileiras das culturas. O sistema pode ser muito eficiente em termos de utilização da água que chega a atingir índices de 90% e a injeção da água é feita com extrema precisão sobre a cultura, resultando em óptimas colheitas. A irrigação por gotejamento é aplicada com muito sucesso na maioria das empresas e estufas dedicadas a produção comercial de fruta e hortícolas.

Os sistemas familiares de irrigação por gotejamento e outros sistemas similares foram comercialmente desenvolvidos e introduzidos na África

Austral para uso pelos agricultores de pequena escala. Um reservatório/balde de 10–15 L ou um tambor de combustível de 200–300 L é colocado a uma altura elevada (1–2 m) acima do campo e conectado a pequenos tubos e gotejadores (Figura 19) para irrigar uma horta com uma área de 50 m² para o caso do reservatório em balde ou 250–500 m² no caso da irrigação por gotejamento com um reservatório maior.

Apesar de ser uma tecnologia eficiente, os sistemas de irrigação por gotejamento para os agricultores de pequena escala não foram bem-sucedidos em alguns casos visto que os agricultores não foram devidamente familiarizados com os aspectos operacionais da tecnologia. As dificuldades incluem a necessidade de enchimento frequente do balde ou reservatório; acesso à fonte de água; falta do conhecimento da frequência da aplicação da água; e falta de limpeza regular dos sistemas de filtros (Figura 20); todos estes constrangimentos causaram um desempenho desencorajador e fracasso dos sistemas de gotejamento de pequena escala.



© FAO-TCOF



© Stephan Abric/Practica Foundation

Figura 19 (esquerda): Instalação de linhas de irrigação por gotejamento

Figura 20 (direita): Filtro em um sistema de gotejamento

Tabela 9: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a tecnologias de irrigação

Tecnologias de irrigação	Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
Gotejadores familiares	<ul style="list-style-type: none"> Maximização dos escassos recursos hídricos disponíveis (estação seca ou zonas áridas) Abastecimento de água de poços superficiais, bomba manual ou de qualquer outra fonte de água Boa qualidade de água (água limpa) 	<ul style="list-style-type: none"> Gotejadores disponíveis no mercado Reservatório de água de volume adequado disponível Disposições adequadas para a elevação da água até ao reservatório (bomba de pedal) Assessoria técnica sobre o funcionamento do sistema de gotejamento e frequência da irrigação 	<ul style="list-style-type: none"> Pequena área para irrigar (< 500 m²) Mão-de-obra necessária para encher o reservatório Entupimento dos gotejadores Limpeza dos filtros Alto custo de investimento Falta de familiarização com o sistema de irrigação por gotejamento (o solo permanece seco)
Irrigação por gotejamento com uso de regador	<ul style="list-style-type: none"> Pequena horta (50–100 m²) Água retirada do poço ou de uma fonte de água potável 	<ul style="list-style-type: none"> Equipamento fabricado a partir de materiais locais Assessoria técnica sobre o funcionamento do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Área de irrigação muito pequena (50 m²) Necessidade de encher frequentemente o regador/balde Inadequado conhecimento do sistema de irrigação por gotejamento

Custos

Os custos dos sistemas comerciais de gotejamento oscilam entre US\$8 000–10 000/ha e o custo de energia é estimado em US\$500–700/ha.

O investimento para a compra de um balde ou de sistemas familiares de irrigação por gotejamento é considerável. Apesar dos preços de uma unidade do sistema de balde (US\$50) e de uma unidade de gotejamento também familiar (US\$300) parecerem modestos, o investimento por hectare é ainda avultado (US\$10 000–12 000/ha), visto que a área coberta é relativamente pequena (50–250 m²). Por outro lado, os custos da mão-de-obra utilizada regularmente para encher os baldes e os tanques de água são relativamente avultados e avaliados em US\$500–700/ha.

Sistemas de irrigação comunitários de pequena escala

Os sistemas de irrigação comunitários e de pequena escala foram largamente introduzidos na África Austral para promover a agricultura praticada pelos agricultores de pequena escala. Os sistemas podem variar em tamanho de 5–200 ha e podem incluir esquemas de desvio de rios, pequenas barragens/represas ou bombas de água. Os resultados nem sempre foram positivos devido à falta de apropriação e do envolvimento adequado da comunidade na planificação. O seu funcionamento e manutenção colocam importantes desafios e os custos operacionais são por vezes muito avultados e fora do alcance dos agricultores de pequena escala.

Podem ser distinguidos três tipos básicos de esquemas de irrigação comunitários ou de pequena escala, dependendo de como é captada

a água para a irrigação, nomeadamente esquemas de desvio de rios e de nascentes; esquemas de bombas de água; e esquemas de pequenos açudes/represas.

Cada sistema é dotado do seu desenho específico e características de funcionamento que são resumidamente apresentadas nas secções seguintes.

Tabela 10: Condições, requisitos e constrangimentos relativos a esquemas de irrigação

Tecnologia WCC	Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
Esquemas de desvio de rios e de nascentes	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento adequado de água durante as duas estações • Distância razoável (<2 km) da bacia • Associação de Utilizadores de Água Existente (WUA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma WUA motivada, preparada para contribuir substancialmente nos trabalhos de reabilitação e assegurar o funcionamento e a manutenção (O&M) • Fundos adequados disponíveis para as obras de desvio • Adequada assistência técnica para o desenho e serviços de assessoria técnica aos agricultores • formação intensiva dos agricultores (PT&E) 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de reabilitação • Motivação dos membros da WUA para pagarem os custos de O&M • Adjudicação das obras de construção • Serviços de apoio prestados durante pelo menos dois anos
Pequenas represas de terra	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas correntes de água • Formação favorável da terra (encosta) apropriada para a construção de uma barragem • Área propícia (2–5 ha) para irrigação próxima do local onde esta instalada a barragem • Solos propícios para a construção da barragem nas proximidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma WUA motivada, preparada para contribuir substancialmente nos trabalhos de reabilitação • Fundos adequados disponíveis para as obras de desvio/ construção da barragem • Adequada assistência técnica para o desenho e serviços de assessoria técnica aos agricultores • Empreiteiros especializados com maquinaria para a remoção da terra 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos custos de investimento • Limitada duração da disponibilidade de água • Assoreamento • Riscos de danos causados pelas cheias • Alta manutenção • Motivação dos membros da WUA para pagarem os custos de O&M • Serviços de apoio prestados durante pelo menos dois anos
Esquema de bombeamento de água do pequeno produtor	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento adequado de água • Funcionamento dos principais trabalhos estruturais • WUA existente 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma WUA motivada, preparada para contribuir substancialmente nos trabalhos de reabilitação e assegurar o funcionamento e a manutenção (O&M) • Fundos adequados disponíveis para as obras de reabilitação • Adequada assistência técnica para o desenho e serviços de assessoria técnica • formação intensiva dos agricultores (PT&E) 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de reabilitação • Motivação dos membros da WUA para pagarem os custos do combustível e de O&M • Serviços de apoio prestados durante pelo menos dois anos

Diversão de rios e nascentes

Tradicionalmente, os agricultores têm construído simples estruturas para desvio das águas dos rios e riachos, através da construção de pequenas barreiras em pedra e açudes no leito do rio. A construção de estruturas simples e a escavação dos canais de gravidade são realizados por grupos de agricultores que partilham a entrada. O canal de entrada muitas vezes atravessa vários quilômetros antes de chegar ao vale onde estão situadas as terras irrigadas. Porém, estes açudes tradicionais são facilmente destruídos pelas cheias e precisam de ser parcial ou totalmente reconstruídos todos os anos.

Estas estruturas requerem uma manutenção significativa e é difícil assegurar o controlo da água, resultando em grandes flutuações no abastecimento de água às comportas e aos canais. Muitos programas de irrigação de pequena escala patrocinados por governos e doadores melhoram a construção de pequenas estruturas de desvio, utilizando

açudes de betão ou de tijolo para as estruturas de comportas. Os gabiões ou estruturas de betão em massa constituem bons exemplos de açudes de baixo custo e duráveis que podem ser fabricados pelas próprias comunidades de agricultores (Figura 21).

A estrutura típica de desvio (Figura 22) inclui um açude acoplado a um tanque de armazenamento para dissipar a energia hidráulica e uma ou duas válvulas de entrada. Na maioria dos projectos de irrigação de pequena escala, o desenho do projecto também inclui os canais principais e secundários acoplados de estruturas de regulação. A maioria dos canais de gravidade não tem qualquer revestimento, com excepção dos troços frágeis (em solos arenosos, instáveis e encharcados).

A substituição dos açudes tradicionais por uma estrutura de captação mas apropriada, construída com materiais duráveis é a primeira etapa nos esforços para controlar as águas, reduzir a reconstrução anual e as perdas de água e permitir a irrigação de áreas mais alargadas.



© M Smith



© M Smith

Figura 21 (esquerda): Estrutura de represa de diversão melhorada com sacos de arame cheios de pedra (gabiões)

Figura 22 (direita): Represa de diversão com bacia de suporte, comporta e canal de entrada.

A precipitação determina o nível de descarga/caudal no rio e nos desvios a nascente. O desenho das estruturas de desvio deve tomar em conta as flutuações substanciais das descargas durante a estação seca e a estação das chuvas. É necessário tomar precauções especiais no desenho do açude para atender aos casos de cheias extremas e de agravado assoreamento, reduzido abastecimento da água durante o período da seca. Por outro lado, alguns esquemas de irrigação podem ser construídos ao longo de um mesmo rio e podem ocorrer situações de conflito quando os utilizadores de água a montante desviarem o curso da água a custo das áreas a jusante.

Os governos muitas vezes têm limitadas capacidades para providenciar serviços técnicos para os esquemas de irrigação de pequena escala; conseqüentemente, as empresas especializadas de consultoria estrangeiras são por vezes engajadas para realizar estudos e estabelecer o desenho das estruturas, enquanto os construtores se ocupam da construção. O envolvimento dos agricultores no desenho e concepção dos trabalhos é por vezes mínimo. Apesar de ser geralmente aceite que os agricultores devem contribuir na partilha dos custos dos trabalhos (15–20 %) através da provisão da força-de-trabalho (obras de limpeza e revolvimento da terra), o seu limitado envolvimento nas consultas resulta na falta de apropriação e no enfraquecimento da associação dos utilizadores de água (WUA) logo a partida.

A operação e manutenção da WUA é o principal factor de sucesso. Para serem bem-sucedidas, as associações dos utilizadores de água requerem assistência na construção da capacidade para definição das regras e regulamento sobre distribuição da água, uso da água, manutenção das estruturas e facturação das despesas de água para trabalhos de manutenção entre outros.

Custos

O custo de investimento em sistemas de desvio por gravidade varia de país para país e depende da complexidade do açude, dos materiais utilizados e do comprimento e complexidade do canal de entrada.

Tabela 11: Intervenientes e custos de esquemas de diver são de água

Tipo de represas	Desenho	Construção	Custo US\$/ha	Observações
Desvio na nascente	Agência de OG (ONG)	Pequenos Construtores	500–1 000	Estrutura de entrada simples, pequena
Construção de novos açudes	Consultores	Construtores	6 000–5 000	Incluindo a escavação de canal, regulação das estruturas, campos
Reconstrução dos açudes tradicionais	Consultores	Construtores	4 000–6 000	Estruturas de qualidade uniformizada
Reconstrução dos açudes tradicionais	Consultores, agência de OG (ONG)	Pequenos Construtores WUA	1 500–2 500	Materiais locais e estruturas de qualidade inferior
Reabilitação dos açudes existentes	Consultores	Construtores	2 000–3 000	Estruturas de qualidade uniformizada
Reabilitação dos açudes existentes	Consultores (N)GO agency	Pequenos Construtores WUA	600–1 500	Materiais locais simples

É possível reduzir os custos através duma responsabilidade cada vez maior e do envolvimento dos agricultores no desenho e construção do sistema de irrigação, incluindo a operação e manutenção do sistema. Esta abordagem provou o seu sucesso quando uma assistência técnica regular adequada é prestada aos agricultores durante as fases de desenho e implementação. É igualmente importante adoptar e obedecer a um calendário flexível que inclua os agricultores e tome em conta o seu ritmo de adopção das novas tecnologias.

O ciclo de vida de uma estrutura de desvio construída em betão ou tijolos sólidos é de pelo menos 10 anos, mas muitas estruturas chegam a durar pelo menos 30 anos. Uma manutenção regular e reparação atempada das avarias são factores essenciais para a durabilidade e ciclo de vida da estrutura.

Sistemas de bombeamento de água para regadio

As bombas para irrigação podem simplificar o desenho e a construção e evitar os longos canais de entrada dos sistemas de diversão, providenciando maior flexibilidade no tamanho do esquema e na selecção do local viável próximo da área a ser irrigada. Porém, os custos de energia para o funcionamento das bombas ofuscam em larga medida os custos reduzidos do investimento e provaram ser os principais constrangimentos em muitos dos esquemas de bombeamento de pequena escala.

Com a instalação da bomba, a água é bombeada a partir de uma fonte próxima, incluindo águas superficiais ou subterrâneas (Figura 23). As águas superficiais incluem os rios, canais, riachos e lagos. Uma das vantagens da utilização de bombas motorizadas é a sua mobilidade e capacidade de serem facilmente adaptadas as variadas profundidades das águas. No caso das águas subterrâneas, as bombas são colocadas

em poços tubulares (furos) que podem penetrar grandes profundidades utilizando bombas de múltiplas etapas impulsionadas por motores a gasóleo ou bombas eléctricas submersíveis.

Durante os últimos 30 anos, a irrigação motorizada desenvolveu-se significativamente em alguns países Africanos, particularmente nas regiões ribeirinhas da África Ocidental (rio Níger, rio Senegal), assim como nos países da África Oriental e da África Austral ao longo dos rios e lagos ou reservatórios.

A extensão da fonte de água é o principal factor que determina a selecção deste método e o tipo da bomba a utilizar. Associados à selecção estão incluídos os custos de investimento e operação da bomba e do motor acoplado a uma bomba que na maioria dos casos é propulsão por motores a gasóleo. Se for possível conectar a uma rede eléctrica, os motores electricamente propulsão são mais atractivos.

Custos

Em geral, os custos de instalação dos esquemas de bombeamento de água são consideravelmente menores do que o vertedouro com um canal de cabeça longa, mas os custos de combustível e de reparação colocam por vezes constrangimentos em muitos esquemas de irrigação de pequena escala e carecem de uma consideração cuidadosa em estreita consulta com os agricultores.

Os custos operacionais variam de acordo com o ponto de elevação a partir de onde a água é bombeada e determina a capacidade da bomba assim como os custos de combustível por hectare.

Os custos estimativos de investimento dos esquemas de bombeamento oscilam entre US\$1 500–4 000/ha. O custo dos esquemas de maiores dimensões é mais avultado devido a maior complexidade das

suas estruturas de regulação que requerem trabalho de maior qualidade e técnicos mais qualificados para a instalação do sistema.

A depreciação dos custos de investimento não constitui um constrangimento importante, embora os custos de combustível representem um encargo elevado no valor de US\$300–500/ha por cada estação agrícola.

Pequenos açudes

A construção de pequenos açudes pode ser uma solução alternativa para reter durante a estação seca as águas produzidas na estação pluviosa para beber, em particular para o gado e também para a irrigação. Os pequenos açudes (Figura 24) são comuns nas zonas áridas e semiáridas que recebem uma precipitação média anual que oscila entre 600 a 1 200 mm e cujo aspecto geomorfológico é caracterizado por um perfil ondulado e encostas. Estas áreas são propícias para a

construção de pequenos açudes nos vales onde os pequenos cursos naturais providenciam água para encher um reservatório construído a montante do açude.

O comprimento e a altura do açude assim como o aspecto geomorfológico do local determinam o volume de água a ser armazenada. Em geral, o volume de água que pode ser armazenada e utilizada durante a estação seca é limitado devido à evaporação do reservatório e à infiltração subterrânea que resultam em importantes perdas de água.

Um pequeno açude de 20 metros de comprimento e 2 m de altura pode geralmente irrigar uma área de 0,5 ha, mas se o for de 100 m de comprimento e 5 m de altura pode irrigar entre 20–25 ha.

A estrutura principal do açude é construída a partir da terra que é escavada de um local próximo com uma textura e estrutura apropriadas e de excelente compacto a fim garantir a estabilidade do açude e minimizar a infiltração de água.



© FAO/Rodger Bosch



© FAO-TCOF

Figura 23 (esquerda): Pequena represa em terra

Figura 24 (direita): Desagua dourado em betão muito desgastado por cheias.

Atenção especial deve ser prestada ao tamanho e construção de vertedor de betão ou de tijolo para garantir uma saída para as águas excessivas das cheias. Estes aspectos constituem o nó de estrangulamento da estrutura da barragem e muitas vezes são sujeitos a danos severos que podem resultar no desabamento do açude.

O risco de desabamento do açude e a ameaça grave de uma enchente destrutiva são questões a tomar em conta particularmente em barragens de altura superior a 5 m. Assim, o desenho do açude requer conhecimento e competências especializados para determinar a sua apropriada localização, desenho e construção com vista a minimizar o risco de desabamento.

O ciclo de vida de um açude é determinado pelo seu risco de desabamento e assoreamento, visto que o solo resultante da erosão da

bacia hidrográfica é depositado e paulatinamente ocupa o reservatório do açude e pode reduzir significativamente o volume e a vida efectiva do reservatório. O controlo da erosão da zona da bacia hidrográfica seria a alternativa ideal para reduzir o assoreamento, mas é uma prática demasiadamente cara e não é economicamente viável.

Custos

Os custos de construção de um açude podem ser substanciais e são determinados por vários factores. Um pequeno reservatório de água para regadio pode ser construído com recurso a materiais de escavação simples e o seu custo pode rondar US\$2 500, mas o custo de construção de um grande empreendimento como uma barragem oscila entre US\$50 000–100 000.



3. Princípios e Práticas Fundamentais de Selecção e Instalação

Princípios e etapas principais necessárias no campo para garantir o sucesso da implementação de técnicas de irrigação

As seguintes perguntas podem ajudar a orientar a selecção de tecnologias de irrigação para implementação no terreno/campo:

Existirá água para a irrigação? Diagnóstico do ambiente e avaliação dos recursos hídricos disponíveis, com a informação a ser compilada sobre os seguintes aspectos, nomeadamente:

- Descrição do clima e da precipitação durante o ano
- Recursos hídricos superficiais e subterrâneos disponíveis

- Distância entre a fonte de água até aos campos a serem irrigados
- Variabilidade dos recursos de água (flutuações em profundidade e quantidade)

Que áreas podem ser irrigadas com os recursos de água disponíveis? Delineação da área e áreas que podem ser irrigadas, tomando em conta os seguintes aspectos:

- Solos e terrenos propícios para regadio em termos de nivelamento e fertilidade
- Distância e nível dos recursos hídricos em função da área de regadio
- Paisagem, configuração do terreno e inclinação dos campos



- Quantidade e disponibilidade de água que pode ser usada para Irrigação.

Que tipo de técnicas de irrigação é relevante? Avaliação do tipo de técnicas de Irrigação, conforme descritas na secção 2, que podem ser introduzidas com sucesso tendo em conta as condições ambientais (clima, solos, paisagem) e o contexto agrícola, tomando em consideração:

- Recursos hídricos (quantidade, qualidade, flutuações, etc.)
- Acesso, distância e altura desde os recursos hídricos até ao campo
- Custos e complexidade da instalação
- Custos operacionais (custos de mão-de-obra, combustível, etc.)
- Equipamento técnico e serviços de apoio localmente disponíveis.

Tipo de culturas que podem ser irrigadas? Avaliação do potencial, conhecimento tradicional e mercados para culturas de regadio

- Quais são as culturas tradicionalmente produzidas pelos agricultores?
- Será que a irrigação é praticada na área e para que culturas e em que estação agrícola?
- Será que é possível introduzir imediatamente a irrigação na estação seca ou na estação das chuvas?
- Será que as culturas de regadio são usadas para auto-sustento e qual é a percentagem destinada para a venda?
- Haverá Mercado para as culturas de regadio?

Qual é o contexto social e económico? O diagnóstico integrado do interesse, motivação e capacidade dos agricultores propensos aos perigos de adopção de técnicas de irrigação com base nas quais é possível elaborar um Plano de Acção conjuntamente com os agricultores

com vista a introdução de técnicas de irrigação mais viáveis. Os seguintes aspectos devem ser tomados em consideração:

- Estarão os agricultores familiarizados com o sistema de irrigação?
- Quais são as técnicas de irrigação (e práticas de drenagem e de controlo das cheias) actualmente utilizadas?
- Quais são as técnicas de irrigação mais atractivas e prioritárias para os agricultores?
- Qual é a capacidade dos agricultores locais de adaptarem com sucesso as novas técnicas?
- Quais são os materiais e insumos necessários para os agricultores poderem instalar e operar as novas tecnologias?
- Quais são os programas de formação que devem ser desenvolvidos para superar a falta de conhecimento e experiência?

Com base nas respostas dadas a estas perguntas/questões, é possível formular as acções e programas juntamente com os agricultores:

- Plano de Acção para a instalação e operação de técnicas de irrigação, definição de prioridades e de calendários e definição das responsabilidades das comunidades e das organizações de ajuda;
- Programa de Formação e de Desenvolvimento de Capacidades e possibilidades de implementação de uma Escola de Campo para os Agricultores.

Que tipos de serviços de apoio estão disponíveis? Avaliação das agências públicas e privadas que podem assistir na introdução das novas técnicas:

- Quais são as agências governamentais que podem assistir os agricultores na introdução das novas tecnologias (serviços de agricultura, serviços de extensão agrícola, serviços de irrigação)?

- Será que é possível mobilizar ONG e/ou agências especializadas no desenvolvimento rural e tecnologias de irrigação para assistir em programas de desenvolvimento de capacidades?
- Será que é possível adquirir equipamento de irrigação (por exemplo, tubagem, equipamento de irrigação, bombas, material para a construção de poços) no mercado local?
- Quais são os requisitos, em termos de construção de capacidades e formação, necessários para as agências do governo e ONG levarem a cabo a formação destinada aos agricultores e estabelecerem os necessários serviços de apoio aos agricultores, em colaboração com as organizações de ajuda e o sector privado?
- Será que é possível obter crédito para os agricultores poderem instalar, operar e assegurar a manutenção do equipamento de irrigação?

Considerações e especificações técnicas

A introdução da irrigação é um processo deveras complexo que inclui um leque de factores que determinam o sucesso ou o fracasso da iniciativa de irrigação. Estes factores podem ser de natureza técnica, agrícola, social ou económica; eles podem também estar relacionados com as condições típicas do clima e do ambiente que carecem de uma consideração adicional.

Para garantir a viabilidade das tecnologias de irrigação, é necessário realizar um estudo de viabilidade que inclua uma análise custo-benefício das culturas a ser produzidas por regadio, tomando em devida conta os custos dos insumos agrícolas e o valor no mercado das culturas de regadio a serem produzidas.

A fim de garantir o sucesso na introdução das técnicas de irrigação é essencial avaliar o ciclo completo do sistema de abastecimento de água, a partir da fonte da água até ao campo para o regadio (Figura 25).

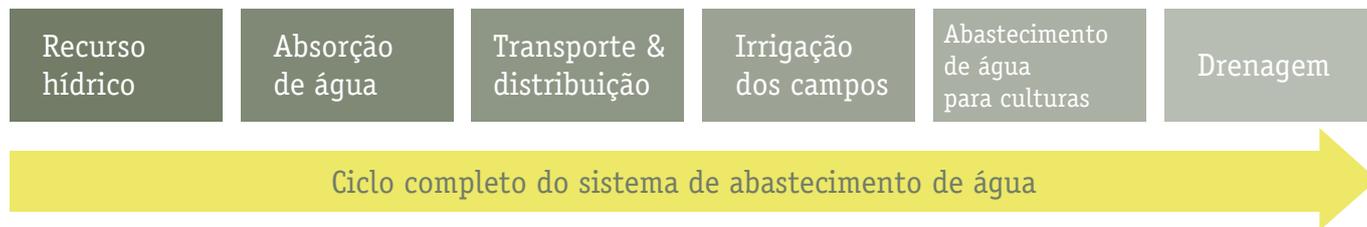


Figura 25: Análise esquemática de um sistema de abastecimento de água

Tabela 12: Principais elementos e técnicas a serem considerados em sistemas de irrigação típicos

Sistema de irrigação	Recurso hídrico	Absorção de água	Transporte & Distribuição	Irrigação dos Campos	Abastecimento de água para culturas	Drenagem Controlo das cheias
Irrigação de hortas	Rio	Bomba de pedal	Sistema de tubagem de baixa pressão	Mangueira flexível	Calendário de irrigação	Drenagem Natural
Esquema de irrigação do pequeno agricultor	Rio	Represa	Revestimento parcial Escoamento e embocaduras	Irrigação a partir de uma bacia & por sulco	Abastecimento rotativo	Drenagem secundária
Esquema de barragem	Pequena represa	Motobomba	Canal alinhado	Irrigação por sulco	Rotação e Calendário	Drenagem Natural
Sistema de irrigação por aspersão	Rio	Motobomba de alta pressão	Tubagem em PVC enterrada, bocas para incêndio e peso das laterais	Aspersores	Rotação de 3–6 dias	Drenagem Natural

A provisão dos agricultores, por exemplo, com uma bomba de irrigação sem a tomada de medidas adequadas para um efectivo sistema de transporte e distribuição de água através de um canal ou de um sistema de tubagem devidamente desenhado muitas vezes resultou em enormes perdas de água, fraco desempenho e cobertura de menores áreas de regadio do que as planeadas para irrigação.

Por outro lado deve ser considerada a introdução de métodos de regadio dos campos mais eficientes. Estes incluem, nomeadamente, a introdução da irrigação por sulcos, o nivelamento das parcelas/quintas agrícolas para garantir uma distribuição mais regular e eficiente da água nos campos, assim como a introdução de mangueiras flexíveis para a rega dos campos pelo método de aspersão e os sistemas de regadio por gotejamento.

Assegurar o regadio das culturas no momento apropriado e em quantidades de água apropriadas requer experiência e dependerá igualmente do clima, índices de precipitação, solos e estágio de desenvolvimento das culturas, assim como da irrigação dos campos e

da tecnologia de irrigação utilizada. Os programas especiais de irrigação informatizada, tais o CROPWAT⁴ da FAO, podem ser utilizados para aconselhar os agricultores sobre o abastecimento eficiente de água e o programa de irrigação para certas condições climáticas, culturas, solos e método de irrigação dos campos.

Os sistemas de regadio por gotejamento, apesar do seu elevado potencial para alta eficiência e alta capacidade de produção, podem ter um desempenho muito fraco se os agricultores não estiverem familiarizados com a importância de observar o momento apropriado, a frequência do regadio, assim como a limpeza dos filtros em tempo devido.

4 CROPWAT da FAO é um programa informatizado de gestão da irrigação utilizado para calcular o consumo da água para regadio com base nos dados sobre solos, clima e culturas. O programa permite o desenvolvimento de programas de irrigação para as diferentes condições de *stress* e gestão de águas e calcular a quantidade de água necessária para os variados padrões de culturas. O programa pode ser consultado no portal eletrónico dos Serviços de Água da FAO: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

Para ilustrar os principais elementos a serem tomados em consideração no sistema de abastecimento de água para irrigação, as tabelas seguintes apresentam exemplos das várias técnicas utilizadas no sistema de abastecimento de água desde a fonte de água até ao dreno.

A tabela seguinte apresenta uma panorâmica das principais condições técnicas, requisitos e constrangimentos das principais técnicas de irrigação.

Tabela 13: Panorâmica das condições técnicas, requisitos e constrangimentos a considerar para as várias técnicas de irrigação

Técnicas de irrigação	Condições técnicas	Requisitos	Constrangimentos
Regador	Qual é a fonte de água (rio, poço superficial) que se encontra mais próxima	Investimentos mínimos Regadores à venda no mercado	Uso intensivo de mão-de-obra
Bomba de pedal	Fonte de água a uma profundidade inferior a 7 metros	Esrahecimento de capacidade para a produção local Desenvolvimento do mercado	Custos da mão-de-obra
Motobomba	Disponibilidade de fontes de água superficiais e subterrâneas Financiamento do custo de combustível	Motobombas à venda no mercado Acesso aos mercados para o produto	Custos de investimento Custos operacionais
Instalação de poços de baixo custo	Condições hidrogeológicas favoráveis	formação de equipas de Perfuração Desenvolvimento do mercado	Custos de abertura/ instalação de poços
Bombas solares	Fonte de água não muito funda Construção de um reservatório de água	À venda no mercado e serviços locais	Baixa descarga, áreas pequenas Alto investimento
Sistema de distribuição por tubos de baixa pressão	Motobomba ou bomba de pedal disponível Pequeno reservatório de água	Assistência para instalação por técnicos locais	Custos de instalação
Irrigação por gotejamento	Limitados recursos hídricos disponíveis Reservatório de água e altura da pressão	Pessoal formado/treinado para instalação e assessoria sobre gestão Disponibilidade de peças de reposição no mercado local	Custos de instalação Operação eficiente
Irrigação por aspersão	Bombagem a partir de uma fonte de água nas proximidades (água superficial ou subterrânea)	Fazenda operada comercialmente Irrigação suplementar	Altos custos de instalação e de operação

Considerações agrícolas

Para garantir o potencial de sucesso das novas tecnologias de irrigação na produção de boas culturas e máximo rendimento das culturas, deve ser prestada atenção adequada, nomeadamente a: selecção de culturas e suas variedades apropriadas; calendário das safras; práticas agrícolas; e condições de crescimento das culturas. Por outro lado, os agricultores precisam de ter acesso garantido aos insumos agrícolas, tais como sementes de qualidade, fertilizantes, pesticidas e utensílios, assim como ao crédito para comprar os necessários insumos. Os aspectos de agricultura a serem tomados em consideração e que merecem elaboração incluem, nomeadamente:

Selecção de culturas apropriadas para irrigação tomando em consideração:

- Calendário das safras das culturas comumente produzidas na área durante a estação seca e estação das chuvas; indicação dos perigos sazonais (tais como a seca, cheias, pragas e doenças);
- Novas culturas com um bom potencial para serem introduzidas no quadro da irrigação;
- Culturas destinadas a autoconsumo e segurança alimentar;
- Culturas destinadas a venda no mercado;
- Experiência, motivação e prioridades dadas aos agricultores na selecção de culturas.

Práticas e insumos agrícolas, tomando em consideração:

- Actuais práticas agrícolas de culturas comuns produzidas, em termos de insumos, mão-de-obra e ferramentas;



- Práticas agrícolas novas ou melhoradas a serem introduzidas em culturas de regadio para garantir níveis elevados de produção;
- Avaliação dos insumos requeridos para garantir níveis elevados de produção em termos de sementes de qualidade, fertilizantes orgânicos e inorgânicos, utensílios; disponibilidade de insumos e acesso a crédito.

Considerações económicas

Para garantir a sustentabilidade das tecnologias de irrigação, será necessário adoptar uma base económica sólida para a introdução das novas tecnologias e equipamento em relação aos custos de investimento, operação e manutenção. Não obstante a aquisição do equipamento poder ser facilitada e parcial ou integralmente coberta por uma doação ou oferta, as despesas de funcionamento do equipamento de irrigação devem ser cobertas pelos agricultores de pequena escala, a partir da venda dos seus produtos agrícolas. Seria contraproducente, por exemplo, proporcionar aos agricultores de subsistência uma motobomba se eles não têm acesso ao mercado para colocar os seus produtos e não podem comprar combustível para a motobomba.

Na introdução das tecnologias de irrigação, deve ser prestada a devida consideração aos seguintes aspectos económicos, nomeadamente:

Custos de investimento

Na descrição feita sobre as técnicas de irrigação na Secção 2 acima, são apresentados os custos indicativos de investimento das várias tecnologias que são ilustradas resumidamente na tabela seguinte e, por razões meramente de comparação, são expressos em custos de investimento por hectare.

Tabela 14: Custo indicativo de investimento do equipamento

	Tecnologia de irrigação	Custo indicativo do investimento em US\$/ha	Ciclo de vida (em anos)
1	Regador	500	2
2	Bomba de pedal	600–750	4–5
3	Bomba motorizada	200–400	5–8
4	Bomba de pedal	10 000–15 000	8–12
5	Sistema de irrigação por gravidade	600–800	10–15
6	Sistema de distribuição por tubagem	1 000–1 500	8–12
7	Revestimento do poço superficial	500–1 500	10–15
8	Tubo de poço superficial	300–500	8–12
9	Irrigação por aspersão	3 000–5 000	5–8
10	Esquema de irrigação familiar por gotejamento	10 000–12 000	4–6
11	Esquemas de irrigação de pequena escala	3 000–8 000	10–12

Custos de depreciação relativos as poupanças anuais destinadas a substituição do equipamento e são calculados em termos de custos de investimento divididos pelo ciclo de vida do equipamento, conforme indicado na Tabela 14.

Custo de funcionamento e de manutenção

Custos de energia (operacionais) relacionados com os custos de *combustível ou de electricidade* para o funcionamento dos sistemas de bombeamento que requerem pagamentos em dinheiro.

Custos de mão-de-obra incluem os custos operacionais relacionados com o manuseamento do equipamento, tais como no caso do regador ou da bomba de pedal, mas também incluem os custos de enchimento do reservatório (irrigação por gotejamento com uso de balde) ou da movimentação das linhas dos aspersores. Para muitos agricultores de pequena escala, eles estão relacionados com os custos de oportunidade e envolvem a disponibilidade de mão-de-obra própria ou recursos a mão-de-obra familiar. No caso de mão-de-obra recrutada, a compensação é feita mediante o pagamento em dinheiro ou em espécie (produtos).

Custos de manutenção relacionados com a manutenção regular e custos de reparação do equipamento de irrigação, por exemplo a limpeza sazonal e reparação do sistema do canal; lubrificantes, filtros e peças sobresselentes das motobombas. Em geral, os custos de manutenção correspondem aproximadamente a 15% dos custos de investimento.

Tabela 15: Custos indicativos para operação

Tecnologia de irrigação	Custo indicativo operacional em US\$/ha
1 Regador	1 200–1 500 (mão-de-obra)
2 Bomba de pedal	600–800 (força de trabalho)
3 Bomba motorizada	500–700 (energia)
4 Bomba Solar	50–100 (força de trabalho)
5 Sistema de abertura de canais	120–160 (manutenção)
6 Sistema de distribuição por tubagem	20–40 (manutenção)
7 Irrigação por aspersão	800–1 000 (energia)
8 Irrigação familiar gota a gota	500–600 (mão-de-obra)
9 Esquemas de irrigação de pequena escala	400–1 000

Acesso aos mercados

Para serem capazes de custear as muitas vezes consideráveis despesas de operação e manutenção, os agricultores devem garantir acesso aos mercados para poderem vender os seus produtos a preços adequados para cobrir os custos. Por essa razão, a maioria dos esquemas de irrigação só podem ser economicamente viáveis para as culturas de alto rendimento, tais como fruta e hortícolas ou culturas para a venda, tais como a cana-de-açúcar, algodão, tabaco, etc. A irrigação integral de culturas alimentares tais como o milho, arroz, feijão, raramente provou ser economicamente viável, exceptuando os esquemas de irrigação por gravidade utilizados pelos agricultores tradicionais.

Acesso a crédito

Para cobrir os custos de aquisição de insumos agrícolas e financiar os custos operacionais relacionados com o e equipamento de irrigação, os agricultores precisam de ter acesso ao crédito. Apesar de ser possível considerar a concessão de subsídios iniciais em situações pós-emergências, as instituições do microcrédito devem ser envolvidas no estabelecimento de um sistema de crédito rural sólido para assegurar a viabilidade económica da agricultura irrigada.

Considerações socioculturais

A experiência demonstrou que a introdução e adaptação de novas tecnologias é um processo complexo no qual deverá ser prestada a devida atenção a necessidade de familiarizar os agricultores com a instalação, funcionamento do equipamento e produção e comercialização dos seus produtos. Para este efeito, as considerações de índole social desempenham um papel importante e requerem que, através de uma abordagem integrada, os agricultores sejam integralmente envolvidos e cooperem na selecção,

desenho e instalação do equipamento; um programa de acompanhamento deve ser igualmente estabelecido para garantir o correcto funcionamento e manutenção do equipamento para que as práticas das culturas culturais alcancem índices ótimos de produção (economicamente ideal ao invés de apenas máxima produção) e os agricultores tenham acesso aos mercados para colocarem os seus produtos.

As avaliações e o planeamento integrado dos aspectos socioculturais provaram ser a melhor abordagem para garantir o pleno envolvimento dos agricultores na selecção, desenho e instalação do equipamento. Conforme elaborado na Secção 4, será estabelecido um programa apropriado de formação e desenvolvimento de capacidades para garantir o correcto funcionamento e manutenção do equipamento.

As normas sociais e os hábitos e costumes tradicionais na produção de culturas e uso da terra devem igualmente merecer a devida

consideração. Deve ser dada a devida atenção às questões do género na introdução de tecnologias de irrigação, na medida em que tanto os homens como as mulheres assumem responsabilidades específicas na agricultura e na irrigação. O planeamento, funcionamento e manutenção devem tomar plenamente em consideração os conhecimentos tradicionais sobre gestão da água e produção de culturas como base para a selecção de tecnologias e de culturas viáveis.

Considerações climáticas e ambientais

A produção agrícola e a segurança alimentar na África Austral são, em grande medida, determinadas por condições climáticas e eventos climáticos extremos e são afectadas significativamente pelos perigos naturais e biológicos, tais como cheias, secas, ciclones, pragas e doenças. Em particular, a produção dependente das chuvas pode variar



consideravelmente de ano para ano e depende das flutuações nos índices de precipitação em que anos de seca podem ser seguidos por anos de intensa precipitação. As alterações climáticas e o agravamento na frequência e gravidade de eventos climáticos extremos afectaram sobremaneira o sector da agricultura que é particularmente sensível aos eventos climáticos extremos e agrava os riscos enfrentados pelas populações rurais, a maioria das quais depende da agricultura para a sua sobrevivência e segurança alimentar.

Assim será urgente proceder a uma análise do clima em termos da variabilidade dos índices de precipitação e da temperatura e seu impacto sobre a produção de culturas, quer das culturas dependentes da chuva e das culturas de regadio. O impacto da seca sobre a produção de culturas e os requisitos associados à irrigação de culturas podem ser estimados com a ajuda de modelos informatizados especiais para culturas, tais como o programa CROPWAT da FAO. Os dados históricos sobre o clima podem ser obtidos através dos registos meteorológicos locais ou de bancos de dados disponíveis sobre o clima, tais como o programa Climwat também da FAO.⁵

Neste contexto, os aspectos de segurança alimentar e da prontidão local contra os perigos e desastres naturais em situações de secas e de cheias são seriamente considerados no plano de Acção a ser elaborado juntamente com os agricultores para a introdução de tecnologias de irrigação e produção de culturas de regadio.

Os aspectos ambientais em relação às consequências da acrescida utilização de água para a irrigação e agricultura mais intensiva devem merecer a devida consideração e ser monitorados estritamente.

A introdução da irrigação implica acrescida utilização de água de fontes superficiais e subterrâneas. O fluxo reduzido dos rios ou a diminuição do nível das águas subterrâneas pode eventualmente afectar os utilizadores de água a jusante e pode causar prejuízos a recursos naturais valiosos nas terras húmidas e nos fundos dos vales. O abastecimento de água potável para consumo humano e animal pode igualmente ser afectado e causar conflitos entre os diferentes utilizadores do recurso natural.

A produção agrícola intensiva no quadro da irrigação pode incrementar o uso e abuso de químicos que podem ter impactos adversos sobre o ambiente e a saúde.



5 A base de dados da Climwat da FAO pode ser consultada no portal eletrónico dos Serviços de Água da FAO: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html

4. Formação e Demonstrações Destinadas aos Agricultores

As demonstrações e formação necessitam de ser incluídas no programa de G/RRC e são mais efectivas quando implementadas ao longo de um período alargado cobrindo todo o calendário agrícola, por exemplo, e em grupos onde os agricultores reúnam amplas oportunidades para avaliar conjuntamente os benefícios das novas tecnologias. A formação em grupos assenta em torno do conhecimento e experiência já acumulados e procura fortalecer a cooperação entre os agricultores no uso do equipamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos. Uma planificação integrada, desde a análise do problema até a identificação da solução provou ser uma abordagem bem-sucedida.



Figura 26: Um agricultor a participar na formação na escola de campo para agricultores

Abordagem baseada na Escola de Campo para Agricultores (FFS)⁶

Desenvolvido originalmente no quadro do Programa Integrado de Gestão de Pragas (IPM) na Ásia, o conceito em torno da abordagem FFS é uma metodologia bem-sucedida de formação de agricultores e de extensão agrícola. O sucesso da metodologia é devido ao seu enfoque em torno da consulta e participação na introdução de novas práticas ou tecnologias nas comunidades de agricultores.

Uma FFS (Figura 26) consiste essencialmente de um grupo de 22 agricultores cuidadosamente seleccionados que recebe uma formação intensiva durante toda uma estação agrícola ao longo da qual são feitas demonstrações de práticas e tecnologias agrícolas melhoradas. Durante as sessões semanais, é feita uma análise do progresso no desenvolvimento de culturas e feito o devido acompanhamento, desde o plantio até à colheita e os resultados e os constrangimentos são discutidos extensivamente e integrados num relatório. A metodologia FFS gravita em torno dos conhecimentos existentes dos agricultores, da observação, experiência e da aprendizagem pela prática. As sessões de Formação da FFS são facilitadas por trabalhadores técnicos de extensão

⁶ Ver também a descrição breve e genérica *Escolas de Campo para Agricultores* nesta mesma série do toolkits.

agrária (Figura 27) que foram submetidos a um curso de Formação intensiva para formadores (ToT) durante toda uma estação agrícola e que estão familiarizados com os aspectos técnicos e de comunicação do programa.

Apesar de a tecnologia ter sido originalmente desenvolvida para ensinar aos agricultores metodologias de gestão de pragas e doenças, o conceito IPM FFS conheceu uma evolução e passou a abarcar questões ligadas à produção de culturas melhoradas, fertilidade dos solos e práticas de conservação dos solos, assim como o melhoramento da gestão da água para regadio e tecnologias de irrigação.

Formação integrada e programa de extensão em gestão de água para a agricultura

Baseada na abordagem FFS, a formação Integrada e o Programa de Extensão em Gestão da Água para a Agricultura (PT&E/FWM⁷) foram desenvolvidos pela FAO no quadro do programa especial para a Segurança Alimentar, com vista a introduzir de uma forma global as tecnologias de irrigação, controlo da água e práticas melhoradas das culturas de regadio. O programa concentra-se especificamente em torno do desenvolvimento de capacidades do pessoal técnico e dos trabalhadores de extensão agrária e visa promover a cooperação dos agricultores na gestão da água através do estabelecimento e formação de associações dos utilizadores de água.

⁷ A abordagem PT&E/FWM é apresentada em detalhe no Manual e Diretivas preparado e publicado pelos Serviços de Água da FAO (NRLW) na série N.º. 14 em CD-ROM sobre Terra e Água: *Formação e extensão participativa sobre gestão da água pelos agricultores.*

Através de consultas e análises de diagnóstico com os agricultores é feita uma avaliação do sistema da agricultura e dos recursos hídricos disponíveis na base dos quais são definidas as oportunidades para a introdução de novas tecnologias de irrigação. Uma vez identificadas as tecnologias, é aprovado e implementado um Plano de Acção com a plena participação dos agricultores e com a assistência das agências técnicas envolvidas. Através de uma série de sessões de formação (pelo menos duas sessões), é feita a demonstração da instalação e operação das tecnologias de irrigação. Além da implementação de novas tecnologias é também prestada devida atenção a práticas e insumos agrícolas necessários para as culturas de regadio com vista a garantir a sua óptima produção e colheita.

A formação do pessoal técnico é crucial em todo o processo. Antes da Formação dos agricultores, o pessoal de apoio – quer o pessoal técnico responsável pela irrigação, quer os trabalhadores de extensão agrícola – recebem uma Formação técnica intensiva e instruções detalhadas



Figura 27:
Funcionários de
extensão numa
escola de campo
para agricultores

sobre os procedimentos de Formação dos agricultores. A Formação do pessoal técnico é feita em cada estação agrícola e acompanhada de uma Formação em serviço e de um sistema de comunicação intensiva durante a implementação da Formação dos agricultores, e permite assegurar uma estreita monitoramento e avaliação dos resultados.

Serviços de apoio técnico

O sucesso ou fracasso das novas tecnologias de irrigação pode ser atribuído largamente à capacidade dos institutos e das agências nacionais responsáveis pela implementação do programa G/RRC. Bons resultados podem ser directamente atribuídos a um bom quadro institucional e serviços de apoio eficazes.

Os serviços de apoio técnico são indispensáveis para:

- Selecção, concepção, desenho e implementação de tecnologias de irrigação;



- Introdução de práticas agrícolas apropriadas para maximizar a produção de culturas de regadio;
- Programas de demonstrações, formação e de extensão de divulgação de práticas agrícolas destinadas aos agricultores; e
- Formação e fortalecimento de grupos de agricultores.

Dependendo do quadro institucional do país, algumas agências e organizações nacionais (incluindo ONG e sector privado) podem ser engajadas no programa de irrigação. As organizações governamentais podem incluir, nomeadamente:

- A agência de irrigação responsável pela política de irrigação e recursos hídricos, pela selecção, concepção e implementação de tecnologias de controlo de águas e desenhos técnicos, construção, operação e manutenção da infra-estrutura de irrigação;
- A agência da agricultura que vela pelos serviços de assessoria técnica e serviços relacionados com práticas de agricultura



apropriadas e insumos para as culturas de regadio que estão associadas aos serviços de pesquisa e de extensão agrícolas; e

- Os departamentos ou unidades de extensão directamente responsáveis pela manutenção de contacto directo com os agricultores para a transferência de conhecimentos.

A colaboração entre governos, agencias técnicas e ONGs será de grande utilidade para reduzir potenciais lacunas na assistência técnica providenciada aos camponeses. A formação do pessoal do governo é essencial para estabelecer a necessária capacidade para garantir sucesso na implementação dos programas de formação e de demonstração orientados para os agricultores.

Em vários países, as ONG desempenharam um papel importante na introdução e desenvolvimento de tecnologias inovadoras, assim como na formação e construção de capacidades de grupos de agricultores. Algumas ONG internacionais especializaram-se no desenvolvimento de tecnologias inovadoras de controlo da água adaptadas às condições

prevalecentes nos países em desenvolvimento e providenciaram uma valiosa assistência na introdução de novas tecnologias de irrigação.

O sector privado pode desempenhar um papel importante para assegurar serviços de apoio sustentáveis e na prestação de serviços pré-venda e pós-venda de equipamento de irrigação, particularmente de bombas de irrigação, sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento e sistemas solares. Porém, é necessário providenciar formação e orientação dessas empresas em termos de desenho, instalação e operação do equipamento. A maioria dos países da África Austral possui um sector privado activo para a venda de insumos e equipamento agrícola. Eles podem ainda beneficiar de serviços de assessoria técnica; venda/aluguer de equipamento de irrigação ou de equipamento agrícola; e/ou venda de insumos necessários para a agricultura irrigada, tornando deste mercado e actividade atractivos para o sector privado.

As organizações de crédito rurais podem ainda ser familiarizadas com o potencial da agricultura irrigada e ser aconselhadas a providenciarem crédito aos agricultores para aquisição e operação de equipamento de irrigação.

Finalmente, os programas de ajuda internacional (por exemplo o SPFS da FAO), muitas vezes em estreita cooperação com ONG especializadas, têm sido bem-sucedidos no estabelecimento e promoção da capacidade de pequenas empresas privadas para o fabrico de equipamento de irrigação (bombas de pedal, Figura 28); desenho e instalação de equipamento de irrigação; assim como Formação de equipas locais para o desenvolvimento de poços. Eles estabelecem igualmente um elo com os principais intervenientes governamentais e do sector privado em iniciativas tais como as que visam garantir a sustentabilidade e ganhos a longo prazo dos agricultores participantes.



© Martin Smith

Figura 28:
Construção de uma
bomba de pedal
metálica

5. Bibliografia e Referências para Leitura Adicional

FAO. 1985–1996. Water Service (NRLW). Irrigation Manuals for Agricultural Extension Workers, Nos 1 to 10. (<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/fwm/Manual1.pdf>: Manual 2–10)

FAO. 1986. Water Service (AGLW). Water Lifting, FAO Irrigation And Drainage Paper 43. (<http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/ah810e00.htm>).

FAO. 1992 & updated 2008. Water Service (AGLW). CROPWAT – a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper No 46. (updated version 8.0), Rome. (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_crowpat.html).

FAO. 1993 & updated 2008. Water Service (AGLW). CLIMWAT for CROPWAT (English), Irrigation and Drainage Paper No 49. (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html).

FAO. 2003. Water Service (NRLW). Manual and Guidelines on Participatory Training and Extension in Farmers' Water Management. Land and Water CD-Rom No 14. Rome. (<http://www.fao.org/landandwater/lwdms.stm#cd14> ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/fwm/Manual_Module1.pdf;/Module2-5).

FAO. 2004. Water Service (NRLW). Irrigation Manuals for Agricultural Engineers, 1 to 14. Rome. Land and Water Media CD-Rom No 37. (http://www.fao.org/nr/water/docs/FAO_LandandWater_37.zip).

FAO. 2006 (July). Emergency Operations and Rehabilitation Division (TCE). Final Report, Evaluation of Emergency Small Scale Irrigation Projects in Southern Africa, by Felix Dzvurumi, (Consultant).

FAO. 2008. Water Service (NRLW). Manual on small earth dams, FAO Irrigation and Drainage Paper No 64: Rome. (<http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf>).

FAO. 2011. Food Security Support Programme (TCSF). Review of water control technologies in the FAO programmes for food security. Rome. (www.fao.org/docrep/014/i2176e/i2176e00.pdf).

FAO. 2014. Guidelines for Planning Irrigation and Drainage Investments (<http://www.fao.org/docrep/007/w1037e/w1037e00.htm>).

FAO/IFAD. 2008. Water and the Rural Poor, Interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa. Rome. (www.fao.org/nr/water/docs/FAO_IFAD_rural-poor.pdf)

FAO/IPTRID. 2001. Appropriate water-lifting technologies in West Africa – Annex G, by F. Gabelle, Nouveaux Équipements pour la Petite Irrigation en Afrique de l'Ouest et du Centre Bilan. Rome.

International Water Management Institute (IWMI). 2006 (April). Southern Africa Regional Office. Final Report on the Agricultural Water Management Technologies for Small Scale Farmers in Southern Africa: An Inventory and Assessment of Experiences, Good Practices and Costs. Pretoria, South Africa.

Kickstart International. 2009. Money Maker Irrigation Pumps, Helping Small Farmers out of Poverty. B2Brochure. Kenya.

NETAFIM. CD-Rom. Installation Manual of the Family Drip Irrigation Kit. South Africa.

Practica Foundation. Manuals on well drilling and development. Netherlands. (<http://www.practica.org/wp-content/uploads/services/publications/>)

World Bank. 2006. Investing in Smallholder Irrigation, Agricultural and Rural Development Notes. Washington. (<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/9607>).

World Bank. 2011. Lessons learned in the development of smallholder private irrigation for high-values crops in West Africa. Washington.





Financiado pelo:



Ajuda Humanitária
e Protecção Civil

Coordenador:



ISBN 978-92-5-008326-1



9 789250 083261

I3765P/1/05.14