



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA MECÂNICA

JORGE MIGUEL SILVA ARCANJO

N. CLASS.	M 630
CUTTER	A668a
ANO/EDIÇÃO	2014

**AUMENTO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

Varginha

2014

FEPESMIG

JORGE MIGUEL SILVA ARCANJO

**AUMENTO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO
DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Do Sul De Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes.

Varginha

2014

FEPESMIG

JORGE MIGUEL SILVA ARCANJO

**AUMENTO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA ATRAVÉS DE IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof. Ms. Alexandre de Oliveira Lopes

Prof. Jonathan Oliveira Nery

Prof. Ms. Oswaldo Henrique Barolli Reis

OBS.:

Dedico este trabalho à minha família, por serem os responsáveis diretos por meu êxito em mais esta etapa de minha vida, e a todos os amigos que me apoiaram para o cumprimento deste desafio que está sendo conquistado.

Grupo Educacional UNIS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a todos que colaboram para a elaboração deste trabalho, principalmente à minha família, aos amigos, colegas de classe, de trabalho e aos professores pelos conhecimentos transmitidos.

“Faça, Aja, Resista, Reaja, Insista, Persista e Vença!”

Thimer

Grupo Educacional UNIS

RESUMO

Este trabalho apresenta como meta central a análise da importância da irrigação na agricultura brasileira e, para tanto, utiliza uma revisão bibliográfica como fundamentação metodológica. A irrigação é um processo que remonta a Antiguidade. Povos já se apropriavam desta tecnologia como meio de auxílio à sua subsistência. Não é sempre que o ser humano pode contar com a água que chega por meio da chuva para assegurar uma boa produção agrícola. Assim sendo, em decorrência das estiagens, muitas vezes os prejuízos são significativos para o agricultor, uma situação que traz impacto também para a economia do país. Para tanto, faz-se necessário dar atenção extra à agricultura. A irrigação surge como a tecnologia que incrementa a produção da lavoura e o avanço tecnológico é de extrema importância, pois a capacidade de produção é cada vez maior.

Palavras-chave: Agricultura. Irrigação. Produtividade.

ABSTRACT

This paper presents the analysis of the importance of irrigation in Brazilian agriculture as the central goal and, therefore, uses a literature review and methodological foundation. Irrigation is a process that dates back to Antiquity. People already appropriated this technology as a mean to aid their livelihoods. It's not often that a human being can count on rain to ensure a good crop production. Therefore, due to droughts, often the losses are significant to the farmer, a situation that brings impact also for the country's economy. Therefore, it is necessary to pay extra attention to agriculture. Irrigation appears to be the technology that increases the production of the crop and the technological advancement is extremely important, once the production capacity is increasing.

Keywords: *Agriculture. Irrigation. Productivity.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 A IRRIGAÇÃO.....	11
2.1 Conceitos e evolução histórica	11
2.2.1 Visão histórica da irrigação no mundo	12
2.2.2 Breve histórico da irrigação no Brasil	14
2.3 Métodos de irrigação	14
2.4 Escolha do sistema de irrigação.....	16
2.5 Metodologias de projeto.....	20
2.5.1 Vazão.....	20
2.5.2 Conceitos necessários para compreender o dimensionamento de um projeto de irrigação.....	21
3 A IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA	24
3.1 A produtividade agrícola no Brasil	24
3.2 Benefícios da irrigação na agricultura.....	25
3.3 A produtividade e a irrigação	26
3.4 Potências de irrigação.....	29
4 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa apresenta como eixo central delinear acerca do aumento da produtividade agrícola através da implantação de sistemas de irrigação, e por assim o ser, optei por uma revisão bibliográfica como caminho metodológico.

Durante séculos o meio ambiente foi alvo de exploração sem qualquer critério de proteção, um dos fatores que acarretou o caos em que se encontra a natureza. Atualmente, a preocupação com a proteção do meio ambiente está globalizada, tendo sido criadas normas, associações nacionais e internacionais, com iniciativas públicas e privadas.

A Terra já não suporta mais as intemperanças gananciosas e arbitrarias dos detentores do capital que pensam única e meramente em lucro sem considerar qual preço a humanidade terá de pagar por tais lucros.

Um dos assuntos de maior destaque no quesito sustentabilidade está na importância da água e na utilização do solo. Sem estes elementos vitais não há produção de alimentos. Segundo dados disponibilizados pela ONU, a Organização das Nações Unidas, uma média de 800 milhões de pessoas na Terra estão desprovidas de alimentação. Por outro lado, 1,2 bilhões são carentes de água de qualidade.

A prática da irrigação não é recente, e a História registra seu uso pelas antigas civilizações. Irrigação nada mais é do que fornecer a planta de quantidade de água suficiente para seu desenvolvimento. A irrigação apresenta como objetivo central suplementar a má distribuição das chuvas, ou até mesmo compensar a ausência da mesma.

Entre irrigar e molhar as plantas há uma distinção. A irrigação é uma técnica que necessita de um planejamento adequado, um planejamento que valha tanto para o tipo de cultura a ser irrigada como também para a região, e também para o sistema de plantio que for ser utilizado.

2 A IRRIGAÇÃO

2.1 Conceitos e Evolução Histórica

Irrigação apresenta-se como a ação do homem sobre a quantidade de água presente no solo. Mais precisamente é uma técnica que permite adicionar água ao solo na quantidade adequada à produção agrícola, controlando a incidência de água nos diversos períodos ao longo do dia.

Braga *et* Calgaro (2002, p.1) assim definem irrigação:

“A irrigação é uma técnica milenar que tem como finalidade disponibilizar água às plantas para que estas possam produzir de forma adequada. A técnica, ao longo dos séculos, vem sendo aprimorada, chegando aos dias de hoje a sistemas pontuais, onde a água é gotejada no momento, local e quantidade correta ao desenvolvimento das plantas.”

Da mesma forma assim define Gomes, “Aplicação de água no solo mediante o uso de técnicas artificiais, de forma complementar ou total, com o objetivo de suprir as necessidades hídricas das plantas permitindo assim a umidade ideal para o desenvolvimento do vegetal.” (GOMES, 2010, p.38).

Assim sendo, entende-se que a irrigação está bem distante do simples ato de adicionar água à terra. Molhar é simplesmente fornecer água de modo irregular sem se preocupar com a quantidade fornecida até que o solo aparente estar molhado ou mesmo úmido. Irrigação é um método artificial através do qual se calcula a quantidade de água aplicada na planta, com o objetivo de suprir as necessidades hídricas totais ou suplementares da planta na falta de chuva.

A irrigação viabiliza o cultivo de espécies de plantas em locais onde, sem sua aplicação, seria impossível, como em locais áridos ou até em onde não há uma disposição regular de chuvas. Apesar de se constituir uma técnica que proporciona alcançar a máxima produção, a irrigação não deve ser considerada isoladamente a fim de garantir o sucesso da produção, mas deve ser acompanhada das demais práticas agrícolas.

No Brasil, em especial, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse, principalmente nas regiões Nordeste e Centro-Sul, uma vez considerada de fundamental importância em regiões áridas. Para melhor compreender a sua importância para a agricultura

e o desenvolvimento socioeconômico do país. o presente estudo abordará o histórico da irrigação e o seu desenvolvimento no mundo.

2.2.1 Visão Histórica da Irrigação no Mundo

A arte da irrigação remonta a 4500 a.C., quando já era praticada pelos povos assírios, babilônios e caldeus. Há registros históricos que indicam a prática de irrigação em terras do Antigo Egito. Cerca de 1500 anos depois, parte do povo egípcio se mudou para regiões nas quais as concentrações de chuva eram mais frequentes, e assim a irrigação acabou perdendo parte de sua importância.

De acordo com Carvalho (2008), a linha divisória que separou as comunidades neolíticas das primeiras civilizações humanas foi a cultura irrigada de cereais, que surgiu na Mesopotâmia, há mais de seis mil anos, tendo como fonte de energia a força muscular dos homens primitivos complementada pelo potencial dos rios. Ainda na Mesopotâmia, começou-se a usar a tração animal e a madeira - lenha para cocção de alimentos, aquecimento de cavernas e fornos primitivos.

Figura 1 – A Agricultura às Margens do Rio Nilo



Fonte: (FERREIRA, 2014, p10).

É exatamente às margens do Rio Nilo que se desenvolve a primeira obra de irrigação. São construídos diques, represas e canais com a meta exclusiva de aproveitar ao máximo a água do rio.

Figura 2 - Mapa do Rio Nilo.



Fonte: (FERREIRA, 2014, p.10).

A priori, parte da água do Nilo era conduzida para um canal denominado de derivação e por gravidade esta água era conduzida até o local no qual seria empregada, conforme descreve a imagem abaixo.

Figura 3 - Esquema de Desvio da Água do Rio Nilo.



Fonte: (FERREIRA, 2014, p.11).

Nas civilizações antigas se considerava a utilização da irrigação para agricultura em decorrência da necessidade da obtenção de uma maior produtividade de alimentos cujo fim seria de suprir as necessidades dos povos. Porém, com o passar do tempo, como pontuam os estudos de Gatelli *et* Girardi “[...] houve aglomeração de pessoas nestes locais, que sentiram obrigadas a explorar quase toda a região cultivável, na qual se fez necessário utilizar-se da irrigação para aumentar a produção” (GATELLI *et* GIRARDI, 2012, p.47).

Nesse sentido, em função de um crescimento demográfico ininterrupto, Giacoia Neto (2012, p.1) afirma que a humanidade necessitou retornar à irrigação, o único meio de “suplementar as chuvas nas regiões úmidas, como para tornar produtivas as zonas áridas e

semiáridas”. Assim sendo, o foco era sempre ampliar as áreas agricultáveis e mais especificamente as margens dos rios.

2.2.2 Breve Histórico da Irrigação no Brasil

No Brasil, o início das práticas de irrigação se deu no Rio Grande do Sul, ao longo da fase de colonização. Naquela época, iniciaram-se grandes cultivos do arroz irrigado, porém, sem tecnologia. O Brasil começou a ter uma expressiva ocupação das áreas irrigadas por volta de 1970 a 1980, devido a incentivos dos governos através de projetos e programas no combate à seca.

Diante disso, foi inevitável o seu desenvolvimento através de obras, como construções de barragens e de perímetros irrigados. Em meados dos anos 80, houve um grande avanço, tanto na fabricação como na modernização dos equipamentos de irrigação, isso devido à grande demanda por produtos mais modernos e que suprissem as necessidades dos pequenos e grandes produtores. Esse comportamento refletiu-se de maneira notável sobre o uso dos recursos hídricos.

De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE das décadas de 70, 80 e 90, o Brasil mostrou um crescimento de suas áreas irrigadas. Isso fica mais notório de 2000 a 2007, quando a área irrigada no Brasil teve um incremento médio de 120.000 ha por ano, nas áreas irrigadas por sistemas pressurizados. De tal forma, é possível dizer que a irrigação no Brasil nos próximos anos irá sofrer um incremento devido às necessidades de maiores produções e melhor qualidade dos produtos agrícolas.

2.3 Métodos de Irrigação

A região central do Brasil apresenta concentração de chuvas no período do verão, tornando-se insuficiente no inverno. Desta forma, ocorre a facilidade para o cultivo de arroz, soja e milho. São culturas anuais, mas que não garantem a safra. Já no caso da cultura da pastagem, do café e da cana-de-açúcar, as dificuldades são maiores, uma vez que a incerteza da chuva não assegura a colheita.

Até o século XIX, como infere Giacoia Neto (2012, p.1), não havia equipamentos específicos para a irrigação e se empregava tão somente “[...] o método de inundação (especialmente na cultura do arroz) e através de sulcos”. O autor acresce que “[...] com o início da produção de tubulações específicas e estudos de aplicação de água, é que realmente começamos a verificar uma grande evolução nos sistemas de irrigação e métodos”.

O Brasil contempla a maior área de irrigação, com um total de 70% com um potencial de irrigação de 29,5 M ha. Nesse sentido, de acordo com Domingues e Água (2013, p.2) “o total de área irrigada” atualmente no Brasil corresponde a “5,8 M ha”, sendo que “94% da área irrigada é desenvolvida pelo setor privado” e a “meta de ampliação até 2020” consiste em “dobrar a área irrigada”. A imagem abaixo retrata uma plantação de café sendo irrigada.

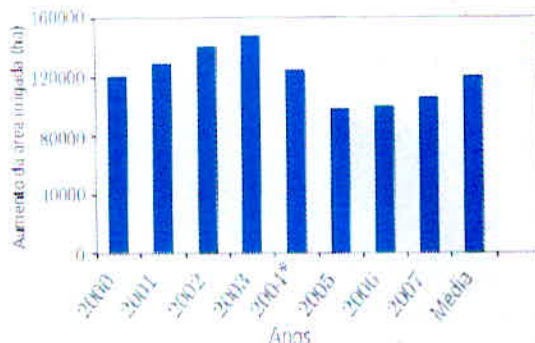
Figura 4 - Plantio de café irrigado na região de Cerrado



Fonte: (DOMINGUES et ÁGUA, 2013, p. 45).

O Censo Agropecuário de IBGE relata que nas décadas de 70, 80 e 90, ocorreu um crescimento significativo nas áreas irrigadas brasileiras. Porém, será nos anos de 2000 a 2007 que ocorre desenvolvimento médio de 120.000 ha por ano. Estas áreas eram irrigadas por meio de pressurização.

Figura 5 - Aumento da área irrigada no período de 2000 a 2007.

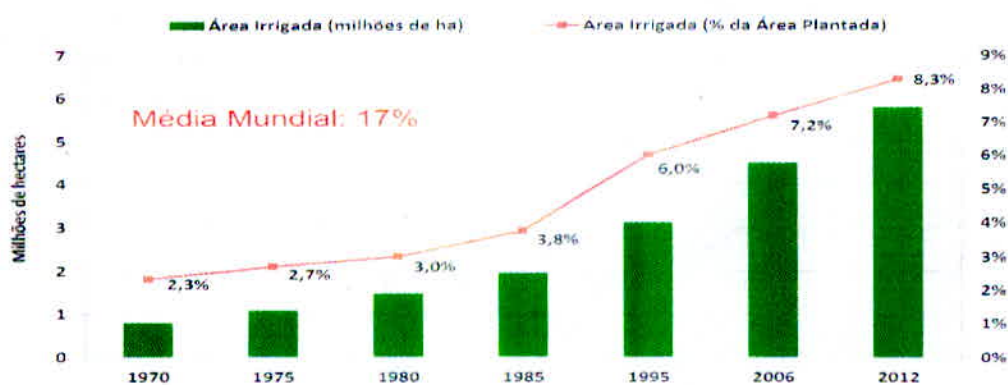


Fonte: (FERREIRA, 2014, p.17).

Para estimular a produção agrícola, assim como para promover o desenvolvimento em áreas com baixos indicadores de desenvolvimento econômico e social, o Governo Federal criou a Política Nacional de Irrigação, e uma de suas metas é incentivar o uso da água de forma eficiente e sustentável. Para isso serão concedidos incentivos fiscais e o acesso ao crédito para a compra de equipamentos será facilitado.

No gráfico a seguir se aponta a evolução da Agricultura irrigada no Brasil.

Gráfico 1 – Área Irrigada no Brasil



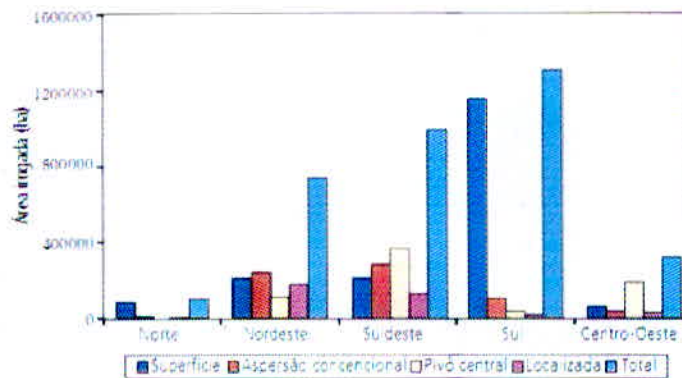
Fonte: (FERREIRA, 2014, p. 18).

A vazão média dos rios no Brasil é de 179 mil m³s, ou seja, 5.660km³/ano e é o país que possui 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos.

2.4 Escolha do sistema de Irrigação

Quanto à escolha do método mais adequado para irrigação, Bernardo, Soares e Mantovani (2006, p. 259) afirmam que a mesma deve considerar “a viabilidade técnica, econômica e ambiental do projeto e nos seus benefícios sociais”, ou seja, “precisa observar as características da planta, solo, clima, qualidade e quantidade da água, bem como custo/benefício”.

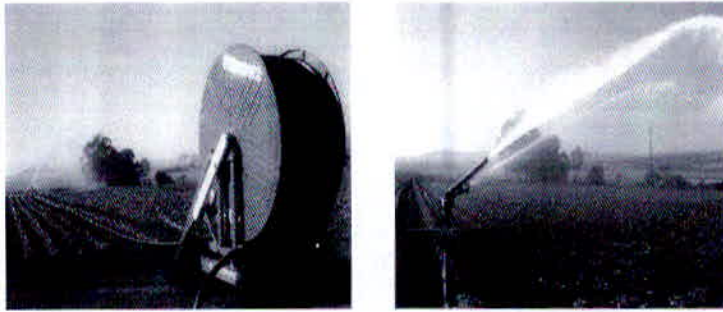
Figura 6 - Área irrigada (ha) pelos diferentes métodos de irrigação e por região do Brasil



Fonte: (CHRISTOFIDIS, 2006, p.67).

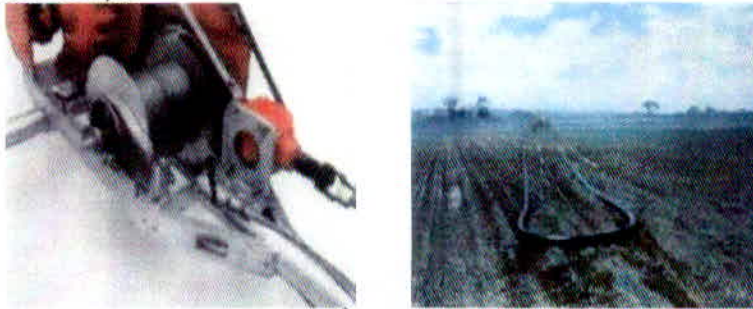
O processo de irrigação é dividido em três técnicas, as quais Bernardo, Soares e Mantovani (2006, p. 259) nomeiam de Irrigação por aspersão, localizada e irrigação por superfície. Na irrigação por aspersão, aplica-se água sobre a planta como se fosse uma chuva e isso acontece por conta “[...] da segmentação do jato de água em forma de gotas”. (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006, p.10). Este processo de irrigação pode ocorrer de modo fixo, móvel ou com movimentação manual ou mecânica.

Figura 7- Irrigação por aspersão do tipo autopropelido por carretel



Fonte: (CHRISTOFIDIS, 2006).¹

Figura 8 - Irrigação por aspersão do tipo autopropelido por carretel de cabo de aço.



Fonte: (CHRISTOFIDIS, 2006)²

Já na irrigação localizada, segundo Pires *et al* (1999, p.3) “a água é aplicada ao solo diretamente na região das raízes, molhando apenas parte do volume do solo, com baixa vazão e pressão”. Os autores ainda acrescentam que este processo permite “alta frequência de irrigação e conseqüentemente, mantendo o solo com umidade elevada (próxima à capacidade de campo)”.

No entendimento de Pires *et al* (1999, p.3) “dentre as modalidades de irrigação localizada, o gotejamento e a microaspersão são os mais utilizados” e ainda existem “outros sistemas de menor expressão como gotejamento, tubos perfurados ou porosos, jato pulsante e cápsulas porosas”.

¹ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 23 set. 2014.

² Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 23 set. 2014.

Figura 9 - Sistema de irrigação localizada por gotejamento (A): Sistema de irrigação localizada por microaspersão.



Fonte: Christofidis (2006).³

Outro método de irrigação é o por superfície cuja metodologia consiste, segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2006, p.10), em uma irrigação na qual “a água do sistema de distribuição - canais e tubulações - é realizada diretamente sobre a superfície do terreno”. Os autores afirmam que esta “irrigação requer terrenos uniformes com pouca declividade”. Caso contrário, “o custo para adequar à área as exigências desse sistema e os gastos com a sistematização será elevado, tornando inviável a implantação”.

A viabilização deste método de irrigação requer uma quantidade alta de água disponível além de um terreno plano e o solo não pode reter muita água. Pires et al (1999, p.3) ainda referem que:

“[...] a baixa taxa de infiltração dos solos é um parâmetro desejável para a utilização deste método, caso contrário ter-se-á uma grande rede de sulcos curtos, que dificultam ou até inviabilizam o manejo e a operação do sistema de irrigação no campo, além de reduzir drasticamente a eficiência de aplicação de água no sistema”.

Para Pires et al (1999, p.3) “[...] uma das razões da pouca utilização deste sistema no Estado de São Paulo é devido às características dos solos, pois os sulcos teriam comprimento reduzido e dificultariam sua operacionalização”.

³ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 23 set. 2014.

Figura 10 – Sistema de irrigação por superfície. Irrigação por sulco (A); irrigação por faixa (B); irrigação por inundação (C).



Fonte: (CHRISTOFIDIS, 2006).⁴

Este método de irrigação por superfície não gera altos custos e sua operacionalização é simples. Ventos não afetam esta irrigação e o custo energético também é baixo.

2.5 METODOLOGIAS DE PROJETO

Para o início de um dimensionamento hidráulico, é necessário compreender algumas fórmulas e teorias no que tange a mecânica dos fluidos.

2.5.1 Vazão

“Define-se vazão em volume Q como o volume de fluido que atravessa certa seção do escoamento por unidade de tempo”. Assim, temos:

$$Q=V/t$$

(Equação da continuidade para regime permanente)

“Seja o escoamento de um fluido por um tubo de corrente. Num tubo de corrente não pode haver fluxo lateral de massa.”

⁴ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 23 set. 2014.

“Seja a vazão em massa na seção de entrada Q_{m1} e na saída Q_{m2} . Para que o regime seja permanente, é necessário que não haja variação de propriedades, em nenhum ponto do fluido, com o tempo.” Daí temos:

$$Q_{m1} = Q_{m2}$$

2.5.2 Conceitos necessários para compreender o dimensionamento de um projeto de irrigação.

“Tipos de energias associadas a um fluido.”

Energia potencial E_p .

É o estado de energia do sistema devido à sua posição no campo da gravidade em relação a um plano horizontal de referência (PHR). Essa energia é medida pelo potencial de realização de trabalho do sistema. Seja, por exemplo, um sistema de peso $G=mg$, cujo centro de gravidade está a uma cota z em relação a um PHR.

$$E_p = mgz$$

Onde: E_p = energia potencial

m = massa

g = gravidade

z = altura

Energia cinética E_c .

“É o estado de energia determinado pelo movimento do fluido. Seja um sistema de massa m e velocidade v ; a energia cinética será dada por:”

$$E_c = mv^2/2$$

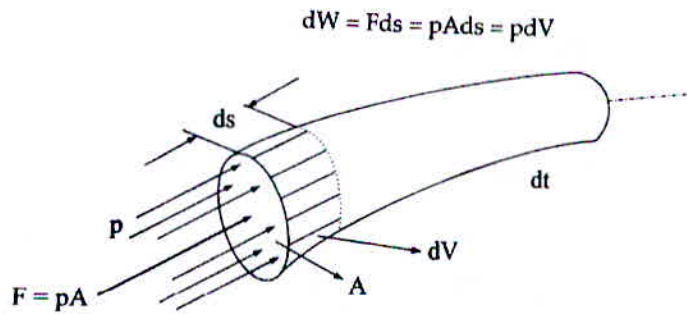
E_c = energia cinética

m = massa

$v =$ velocidade

Energia de pressão E_{pr}.

Essa energia corresponde ao trabalho potencial das forças de pressão que atuam no escoamento do fluido. Considere, por exemplo, o tubo de corrente da figura a seguir. Admitindo que no tubo de corrente, na interface de área A, sera $F = pA$. No intervalo de tempo dt , o fluido irá se deslocar de um ds , sob a ação da força F , produzindo um trabalho:



Por definição:
e portanto:

$$dW = dE_{pr}$$

$$dE_{pr} = pdV$$

ou

$$E_{pr} = \int_V pdV$$

Energia mecânica total do fluido E

Excluindo-se energias térmicas e levando em conta apenas efeito mecânicos, a energia total de um sistema de fluido será: Equação de Bernoulli.

“A equação de Bernoulli, devido ao grande numero de hipóteses simplificadoras, dificilmente poderá produzir resultados compatíveis com a realidade. No entanto, é de importância fundamental, seja conceitual, seja como alicerce da equação geral, que será contruida pela eliminação gradual das hipóteses da equação de bernoulli e pela introdução dos termos necessários, para que a equação represente com exatidão os fenômenos naturais.”

As hipóteses simplificadoras são:

- a) Regime permanente
- b) Sem máquina no trecho de escoamento em estudo. Entenda-se por máquina qualquer dispositivo mecânico que forneça ou retire energia de um fluido, na forma de trabalho. As que fornecem energia ao fluido serão denominadas 'bombas' e as que extraem energia do fluido, 'turbinas';
- c) Sem perdas por atrito no escoamento do fluido ou fluido ideal
- d) Propriedades uniformes nas seções.
- e) Fluido incompressível
- f) Sem trocas de calor

3. A IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA

3.1 A Produtividade Agrícola no Brasil

O que fazer por um planeta faminto e quem irá alimenta-lo? Nos últimos 35 anos o Brasil se transformou de importador em um dos maiores exportadores de alimentos, e o fez utilizando tão somente 9% do seu território.

A importância do agronegócio no Brasil esta descrita nas figuras abaixo.

Gráfico 2 - Dados da participação do agronegócio na economia brasileira.



Fonte: Testezlaf *et al* (2002).

De acordo com dados da Associação Brasileira de Agribusiness (2002, p.203) “o valor da produção brasileira - mercadorias e serviços - está por volta de 1,30 trilhões de reais por ano”. Desse total, a ABAG refere que “25%, ou 330 bilhões de reais, são provenientes do complexo agroindustrial” e para além disso:

“[...] um em cada quatro reais produzidos na economia tem alguma coisa a ver com a agropecuária, que é a fonte de alimentos, de fibras e de produtos da biomassa para fins energéticos, além de madeira, para a produção de móveis, papel e celulose. Além disso, o complexo agroindustrial tem sido o único setor da economia a apresentar balança comercial superavitária”.

Ainda de acordo com a ABAG (2002, p.206-207) “o agronegócio emprega 37 brasileiros em cada grupo de cem empregados” e que “seus produtos compuseram 30,3% das exportações brasileiras em 2000, quando a balança comercial apresentou déficit”.

Naquele ano, esta mesma associação aponta que o “país comprou no exterior 700 milhões de dólares acima do que exportou” e avalia-se que “tomado isoladamente, o

complexo agroindustrial teve ótimo desempenho, pois vendeu lá fora muito mais do que comprou”.

Com base nos dados do último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006, p.1) “as possibilidades da agricultura irrigada estão em todas as regiões”. Um exemplo é a região Norte com seus 14,6 milhões de hectares com condições de valer-se de técnicas de irrigação com fins ao incremento de atividades agropecuárias.

Ainda com base nos dados do IBGE (2006, p.1) “no Centro-Oeste são 4,9 milhões de hectares disponíveis. São mais 4,5 milhões de hectares no Sul, 4,2 milhões de hectares no Sudeste e 1,3 milhão de hectares no Nordeste”. Acrescem que “no Nordeste, principalmente nos estados da Bahia e de Pernambuco, a fruticultura irrigada permite o desenvolvimento de polos regionais de produção e exportação”.

Já no Rio Grande do Sul, o destaque é para as lavouras de arroz que recebe os benefícios da técnica da preservação, que possibilita adequação na distribuição anual de água, essencial no cultivo do arroz.

Dentro de uma cultura como esta de irrigação o Brasil se transforma, pois ganha consciência e entende a necessidade de se colocar em prática uma revolução verde. De maiores importadores, o Brasil hoje ganha notoriedade por ser o maior exportador de carne bovina e de produtos tropicais. O Brasil é o grande celeiro do mundo, a grande esperança de alimentação para a população mundial.

3.2 Benefícios da Irrigação na Agricultura

Serão apresentados nesta seção alguns aspectos que demonstram a importância da implantação do sistema de irrigação para a agricultura e para o desenvolvimento socioeconômico.

Primeiramente, a garantia de produção e redução dos riscos na produção de alimentos: o produtor, ao irrigar, garante sua produção e poderá até mesmo fazer um planejamento baseado no mercado, ou seja, poderá escalonar a produção, fornecendo o produto no período da entressafra.

Podemos citar também a geração de empregos permanentes. Com a irrigação, é necessário pessoal para instalação, manutenção e operação dos sistemas de irrigação. Além

disso, ocorre o aumento de produtividade das culturas e melhoria da qualidade do produto. Ao fornecer água em quantidades adequadas para o pleno desenvolvimento da cultura, o produtor obterá não só maiores produtividades, mas também melhor qualidade de seus produtos. Acontece, além de outros benefícios, o aumento no número de safras agrícolas: dependendo da cultura, o produtor terá um aumento de safras. Um exemplo é o feijão-caupi, que terá 3 safras durante o ano.

Ocorre também, por fim, o desenvolvimento socioeconômico: com a implantação da irrigação, ocorreram mudanças socioeconômicas como, por exemplo, o aumento da renda per capita, crescimento dos estabelecimentos comerciais e industriais, melhoria das condições de saúde.

3.3 A produtividade e a irrigação

Estudos científicos demonstram que o estresse causado pela falta de água reduz sensivelmente a produção vegetal, inviabilizando-a, por exemplo, em regiões de clima árido ou semiárido, onde a falta de água é constante e limita a atividade agrícola.

Por outro lado, como consequência de uma irrigação realizada no momento correto, aplicando-se a quantidade certa de água, ocorre índices de produtividade acima da média das culturas, quando cultivadas sob condições de chuva somente (também chamados de cultivos de sequeiro).

Exemplos de produtividades de algumas culturas brasileiras sob condições de cultivo irrigado, comparadas com a produtividade média brasileira (IBGE, 2002). O fornecimento de água pela irrigação no momento certo, aliado com técnicas de cultivo adequadas à cultura irrigada, sempre irá proporcionar um aumento da produtividade. Mas é importante salientar que o incremento de produtividade depende também de outras condições e que somente a utilização da irrigação não é garantia de se atingir aumentos significativos de produção.

O incremento de produtividade e a participação da irrigação na produção de alimentos ficam evidenciados quando se constatam, através de dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2000), que apenas uma parcela de 1/6 da área mundial cultivada é irrigada, sendo responsável por 2/5 da produção de alimentos.

Para o Brasil, Machado, citado por Christofidis (1997), estimou que em 1996 a área

irrigada brasileira equivalesse a 4,8% da área plantada, correspondendo a 16% da produção agrícola total e a 35% do valor desta produção.

Desta forma, a definição de políticas ou ações que limitem o uso da irrigação poderia levar a uma queda expressiva na disponibilidade de alimentos, com graves consequências, visto que atualmente, segundo o Banco Mundial, 840 milhões de pessoas não têm meios suficientes para comer e, em 2025, segundo estimativas, serão mais de dois bilhões de pessoas na mesma condição, no mundo.

Além de ser um fator de incremento nos volumes de produtos agrícolas em geral, deve-se lembrar que numerosas culturas de ciclo curto, como tomate, alface e outras hortaliças, particularmente exigentes em água, são viabilizadas somente com o uso da irrigação.

Outra comprovação científica a favor da irrigação é que algumas espécies de plantas, sob o regime controlado de irrigação e de fertilizantes, apresentam melhoria de qualidade no produto final. É o caso, principalmente, de frutas e legumes, cujas qualidades desejáveis para o consumo, como tamanho e teor de açúcar, podem ser conduzidas pela irrigação.

No caso do tomate consumido *in natura*, por exemplo, a aplicação correta de água pela irrigação é capaz de controlar o aparecimento de rachaduras e proporcionar um aumento do tamanho do fruto (PASCUAL et al., 2000 e PUIUPOL et al., 1996). Para a cultura do melão também apresenta resultados significativos na qualidade, com o aumento do teor de sólidos solúveis, responsável pelo teor de açúcar presente no produto, e por incrementar a quantidade de frutos comercializáveis dentro da lavoura, pela obtenção de frutos de maiores dimensões (SOUSA et al., 1990; FERNANDES e TESTEZLAF, 2002).

A presença controlada de água na produção agrícola, mediante o uso da irrigação, permite ao agricultor, acostumado tradicionalmente a colher uma safra por ano (época das chuvas), ampliar o número de safras, passando a cultivar em diferentes épocas ou estações e tendo a possibilidade de colheitas na entressafra. Este tipo de cultivo pode melhorar a lucratividade da produção pela remuneração extra que se obtém colocando o produto no mercado no momento de falta do mesmo.

Uma análise de mercado da cultura do milho verde no estado do Paraná mostra claramente a relação entre a disponibilidade do produto para venda e o preço de mercado praticado. A possibilidade de se produzir na entressafra, ou seja, a partir do mês de maio, não só remunera melhor o produtor como também auxilia na distribuição da oferta ao mercado consumidor. “A irrigação, além de significar acréscimo de garantia de produção agrícola,

também proporciona aumento de produtividade e de qualidade para várias culturas”.

A irrigação, como técnica que garante a produção agrícola, é considerada oficialmente um elemento fomentador do desenvolvimento socioeconômico. A Lei 8.171/91, que dispõe sobre a Política Agrícola, corretamente define a irrigação como fator de bem-estar social de comunidades rurais. A irrigação também é vista em outros países como indutora de atividades industriais e comerciais, capaz de contribuir para o progresso da economia, com geração de empregos e responsável pela circulação de riquezas.

Existem casos conhecidos no Brasil onde o desenvolvimento está diretamente relacionado com o uso da irrigação, como os municípios de Guaira (SP), Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), Barreiras (BA), Chapada do Apodi (RN), Araguari (MG) e Janaúba (MG).

Alguns estudos já foram desenvolvidos no país, comprovando o impacto positivo da irrigação na modernização da agricultura e a sua contribuição efetiva ao desenvolvimento regional. Um exemplo é a avaliação da contribuição socioeconômica decorrente da implantação de um projeto de irrigação financiado pelo Projeto São José, para as condições da comunidade Recreio, no município de Iguatu, no Ceará (KHAN, NEIVA E SILVA, 2001).

Os resultados evidenciaram que o projeto de irrigação promoveu substancial contribuição para melhoria na qualidade de vida da população da comunidade cearense da região de Recreio, gerando novos empregos e melhoria da renda. Ainda, de acordo com França (2001), o Perímetro Irrigado de Gorutuba, envolvendo os municípios de Janaúba e, hoje, Nova Porteirinha, na região norte de Minas Gerais, ocasionou mudanças socioeconômicas importantes, como a criação de empregos diretos, salários pagos no perímetro superiores àqueles pagos pela indústria e comércio da região, aumento considerável na demanda de bens de consumo e serviços, com aumento de estabelecimentos comerciais e industriais e do emprego nestes setores, diminuição no fluxo migratório rural-urbano, e melhoria nas condições de saúde, educação, habitacionais e de lazer dos irrigantes.

Da mesma forma, outros estudos realizados para a agricultura irrigada do Polo Petrolina (PE) – Juazeiro (BA) mostraram que a região constitui polo de desenvolvimento regional, baseado na produção de frutas e hortaliças, houve aumento de renda “per capita”, ocorreu incremento do número de estabelecimentos industriais, gerando novas ocupações, e o crescimento demográfico foi superior ao verificado para os estados respectivos, de Pernambuco e Bahia.

Além dos empregos diretos que o uso da técnica possibilita, na condição de ser uma

prática adicional a ser utilizada no processo produtivo, a irrigação tem o potencial de criar empregos indiretos, seja na indústria de processamento agropecuário ou nos setores de insumos agrícolas.

A capacidade de geração de emprego da agricultura irrigada pode ser avaliada por diferentes estudos, cujos valores apresentam variações em função da cultura, período e local analisado. França (2001) apresenta os resultados de quatro estudos.

Baseado nesses estudos estimou-se, para a região semiárida, “em várias condições da agricultura irrigada, que um hectare irrigado gera de 0,8 a 1,2 emprego direto e 1,0 a 1,2 indireto, de forma consistente e estável, contra 0,22 emprego direto na agricultura de sequeiro” (SOUZA, 1989, apud FRANÇA, 2001, p. 54).

Assim, esta capacidade de gerar emprego por parte da agricultura irrigada contribuiu e tende ainda a contribuir para a diminuição do êxodo rural desordenado do Nordeste.

Christofidis (1997) estimou que a agricultura irrigada brasileira fosse responsável por 1,4 milhão de empregos diretos e 2,8 milhões de empregos indiretos, implicando que cada hectare irrigado gera aproximadamente 1,5 empregos. Como o Brasil tem potencial para irrigar 16,1 milhões de hectares de terras altas, mantendo-se esses indicadores a irrigação teria capacidade de contribuir para a geração de empregos para cerca de 24 milhões de pessoas no país.

A viabilização da produção de alimentos com redução de riscos, gerando empregos e aumento de renda para o setor rural faz da irrigação uma técnica que deveria ter a sua utilização fomentada de forma racional para permitir o desenvolvimento socioeconômico de regiões brasileiras pouco favorecidas.

3.4 Potenciais de Irrigação

Estudos desenvolvidos pelo Programa Nacional de Irrigação (PRONI, 1989) indicaram que, dentre todos os países do mundo, o Brasil detinha o segundo potencial de áreas irrigadas, com 55 milhões de hectares, sendo 30 milhões de terras baixas de várzeas e 25 milhões de terras altas. Outros autores estimam que a área total de solos aptos à irrigação no Brasil é de cerca de 29,6 milhões de hectares, sendo 13,5 milhões de hectares em solos de várzeas e 16,1 milhões em solos de terras altas.

Mesmo dentro de uma visão mais conservadora, o Brasil possui condições pedológicas, hídricas e topográficas, para atingir índices de utilização da agricultura irrigada idênticos ou maiores que muitos países que hoje fazem uso intensivo dessa técnica.

A atual situação socioeconômica brasileira não permite prescindir de uma tecnologia que reconhecidamente proporcionou a outros países a possibilidade de atingir altos níveis de desenvolvimento agrícola. A viabilização da produção de alimentos com redução de riscos, gerando empregos e aumento de renda para o setor rural faz da irrigação uma técnica que deveria ter a sua utilização fomentada de forma racional em várias regiões brasileiras.

Contudo, em áreas sujeitas a secas recorrentes e prolongadas, com recursos hídricos limitados, como algumas regiões semiáridas do Brasil, a irrigação pode não ser a resposta para melhorar as condições locais de produção de alimentos e fornecer garantias totais contra a seca. As secas prolongadas podem limitar a utilização de fontes de água, tornando a agricultura irrigada tão vulnerável quanto a agricultura de sequeiro.

Geralmente, os custos associados ao desenvolvimento da agricultura irrigada nessas áreas só se justificam na exploração de produtos de alta rentabilidade, com mercado limitado, beneficiando poucas pessoas. Portanto, o desenvolvimento da agricultura irrigada nessas áreas pode não ser a alternativa ideal para o combate da seca e, portanto, para aumentar a produção e minimizar a pobreza rural.

4 CONCLUSÃO

As preocupações concernentes ao meio ambiente remontam tempos antigos e até o presente momento ainda não aprendeu a humanidade que as agressões ao meio em que vivemos nos atingirão certo um dia. E, em decorrência da ausência dessa compreensibilidade, criam-se as medidas protetivas.

O meio ambiente, sem dúvida, se configura como digno de tutela penal, em vistas de ser um bem jurídico cuja proteção implica essencial para a própria existência do ser humano e em geral, da vida. Somos habitantes de um país cuja biodiversidade é considerada como uma das mais ricas do mundo, uma vez que em nosso país temos as maiores reservas de água doce do planeta além de um terço do que nos resta em termos de florestas tropicais. Além do mais, estimativas inferem que aqui se encontra 10 em cada espécie de plantas ou animais existentes.

A irrigação apresenta papel de extrema significância para o setor agroindustrial brasileiro. Esta participa com 16% da produção uma vez que o Brasil é detentor de pequena área irrigada quando comparada à área cultivada ou com o que se denomina de área potencialmente irrigável. Ao se utilizar o sistema de irrigação muitos benefícios são implementados.

Atualmente com os diferentes sistemas de irrigação o agricultor pode se dar ao luxo de escolher aquele que melhor se adapta à sua região, a sua cultura e principalmente a questão financeira que melhor se adapte ao contexto do agricultor.

Tecnologia, praticidade e economia são quesitos que o agricultor considera ao iniciar um processo de irrigação. Ademais, com os múltiplos avanços no campo tecnológico, muitos métodos de irrigação eclodem no mercado do agronegócio. A água é o elemento mais precioso, sobretudo nas regiões nas quais esta apresenta prevalência de escassez. A irrigação e o formato ideal para sanar problemas concernentes à questão com a água.

A água é o mais importante insumo para a produção agrícola. Assim, armazenar a água em tempos de estiagem para ser depois empregada nos momentos de seca é o caminho mais importante a ser percorrido na atualidade pelos agricultores.

Assim, assegura-se que o agricultor terá uma grande produtividade em sua propriedade. O ser humano, a priori, é um ser dotado de inteligência e habilidades suficientes para garantir sua sobrevivência na esfera terrestre. Nós determinamos nossa própria vida e seremos capazes

de, como postulado na Carta da Terra, de depender cada vez mais dos recursos renováveis para a sobrevivência humana.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações do setor elétrico - Gestão dos potenciais hidráulicos, 2001**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>> Acesso em: 05 out. 2014
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRIBUSINESS. **Agribusiness brasileiro: a história**. São Paulo: **Evoluir**, 2002. 225 p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário estatístico do crédito rural: 2000**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br> Acesso: 08 out. 2014
- BERNARDES, Laudo. Papel do governo e da iniciativa privada no desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**. Brasília: MMA. 1998. 232p. p. 195-209.
- BRAGA JÚNIOR, Roberto Alves; RABELO, Giovanni Francisco. **Eletricidade na Agropecuária: Qualidade e Conservação. Módulo II – Eletrificação Rural**. UFLA/FAEPE: Lavras. 1997.158p.
- CARDOSO, João L. **Desenvolvimento agroindustrial, impactos ambientais e gestão de empresas agrícolas: uma análise regional**. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 1996. 19 p. (Apresentado no “Congresso Internacional de Ciências Sociais de America”, San Luis de Potosi, México, 2 a 6 jul. 1996).
- CARDOSO, João L. **Política de financiamento rural: antecedentes e perspectivas**. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 2001. 12 p. (Apresentado no Fórum de Debates, Módulo de Política Agrícola, da CIENTEC 2001 – Mostra de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento, UNICAMP, Campinas, SP, 24.08 a 02.09.2001).
- CHRISTOFIDIS, Demetrius. Os **recursos hídricos e a prática da irrigação no Brasil e no mundo**. Revista ITEM: Irrigação e Tecnologia. Brasília, DF, n. 49. p. 8-13. 1º trim.2001.
- CHRISTOFIDIS, Demetrius. Situação **das áreas irrigadas: Métodos e equipamentos de irrigação**. In: CICLO DE PALESTRAS DA SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Brasília, 1997. Anais... Brasília: SRH 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/> Acesso em: 23 set. 2014.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Estudo de otimização energética**. Belo Horizonte: CEMIG. 1993. 22p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 284 , de 30 de agosto de 2001 que dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos de irrigação.** online. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 08 out 2014.

OLIVEIRA, Aureo e COELHO, Eugênio Ferreira. **Irrigação e Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.embrapa.br:8080/aplic/rumos.nsf/Noticias?OpenView>> Acesso em: 06 out 14.

PASCUAL B., MAROTO J.V., SANBAUTISTA ^a, LOPEZ-GALARZA S., ALAGARDA **Influence of watering on the yield and cracking of cherry, fresh-market and processing tomatoes.** Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 75: (2) 171-175, 2000.

POMPEU, Cid Tomanik. **Fundamentos jurídicos do anteprojeto de lei da cobrança pelo uso das águas do domínio do Estado de São Paulo.** In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. **A cobrança pelo uso da água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p. 41-53.

PUIUPOL L.U., BEHBOUDIAN M.H., FISHER K.J. **Growth, yield, and postharvest attributes of glasshouse tomatoes produced under deficit irrigation Hortscience 31: (6) 926-929, 1996.**

REBOUÇAS, Aldo da C. **Panorama da água doce no Brasil.** In: REBOUÇAS, Aldo da C. (Org.). **Panoramas da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil.** São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997. 150 p

RODRIGUES, Fernando. **Custos e Benefícios da Irrigação no Brasil.** Revista ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna. Brasília. ABID. Ed. no 41. Junho de 1990.