

Custos de Irrigação na Cana-de-Açúcar: Um Estudo Realizado com os Diversos Sistemas de Irrigação em Juazeiro-BA

Francisco Anísio Matos de Amorim

Josinaldo Nascimento Amorim

WALDENIR SIDNEY FAGUNDES BRITTO

Resumo:

O objetivo deste artigo é identificar os custos de irrigação da cana-de-açúcar, usando como referência básica e fonte de pesquisa uma empresa situada no Sub-Médio Vale do São Francisco. A empresa apresenta diversos processos de distribuição d'água pela sua lavoura, como irrigação por Superfície, Aspersão e Gotejamento subterrâneo. Para a realização deste trabalho foram elaborados questionários com intuito de obter o máximo de informações possíveis, capazes de atender às necessidades da realidade do custeio por diversos métodos de irrigação, possibilitando atestar a veracidade dos dados colhidos, toda a relação dos procedimentos utilizados na irrigação da lavoura da cana-de-açúcar da empresa. Dentre os métodos de irrigação apresentados, o que tem o maior custo por hectare é o Pivot Linear, visto que este equipamento é movido a óleo diesel, o que agrega custos acima dos métodos restantes, que é de R\$ 1.906,16 por hectare, o menor custo foi o método de irrigação de superfície por sulco de infiltração, onde apresentou R\$ 918,35 por hectare, porém este sistema de baixo investimento inicial possui a menor eficiência de aplicação de água, onde se aplica lâminas muito grandes causando grandes perdas e maior degradação dos solos. A melhor alternativa entre os sistemas é o Gotejamento, levando em consideração as variáveis de produção e custo por hectare, onde apresenta um custo de R\$ 998,88/ha e uma produção de 101,52 Ton./ha. Apesar de que esse sistema requer um alto investimento inicial, porém tem-se uma eficiência no aproveitamento de aplicação de água na cultura.

Área temática: *Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios*

Custos de Irrigação na Cana-de-Açúcar: Um Estudo Realizado com os Diversos Sistemas de Irrigação em Juazeiro-BA

Francisco Anísio Matos de Amorim (FACAPE) - famorim@agrovale.com

Josinaldo Nascimento Amorim (FACAPE) - jamorim@agrovale.com

Waldenir Sidney Fagundes Britto –Prof.Orientador (FACAPE) – waldenir@facape.br

Resumo

O objetivo deste artigo é identificar os custos de irrigação da cana-de-açúcar, usando como referência básica e fonte de pesquisa uma empresa situada no Sub-Médio Vale do São Francisco. A empresa apresenta diversos processos de distribuição d'água pela sua lavoura, como irrigação por Superfície, Aspersão e Gotejamento subterrâneo. Para a realização deste trabalho foram elaborados questionários com intuito de obter o máximo de informações possíveis, capazes de atender às necessidades da realidade do custeio por diversos métodos de irrigação, possibilitando atestar a veracidade dos dados colhidos, toda a relação dos procedimentos utilizados na irrigação da lavoura da cana-de-açúcar da empresa. Dentre os métodos de irrigação apresentados, o que tem o maior custo por hectare é o Pivot Linear, visto que este equipamento é movido a óleo diesel, o que agrega custos acima dos métodos restantes, que é de R\$ 1.906,16 por hectare, o menor custo foi o método de irrigação de superfície por sulco de infiltração, onde apresentou R\$ 918,35 por hectare, porém este sistema de baixo investimento inicial possui a menor eficiência de aplicação de água, onde se aplica lâminas muito grandes causando grandes perdas e maior degradação dos solos. A melhor alternativa entre os sistemas é o Gotejamento, levando em consideração as variáveis de produção e custo por hectare, onde apresenta um custo de R\$ 998,88/ha e uma produção de 101,52 Ton./ha. Apesar de que esse sistema requer um alto investimento inicial, porém tem-se uma eficiência no aproveitamento de aplicação de água na cultura.

Palavras Chaves: Cana-de-Açúcar; Custos de Irrigação; Vale do São Francisco.

Área Temática: 8. Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios

1 INTRODUÇÃO

A irrigação tem seus princípios na antiguidade, onde os egípcios procuravam métodos para viabilizarem as suas lavouras e satisfazerem as necessidades de uma agricultura de subsistência, voltados à família. Mas com o passar do tempo as tendências da modernidade fizeram uma revolução nos meios aplicados aos sistemas de tratamentos das culturas, ampliando a simples visão de agriculturas familiares para o mundo do Agronegócio, fazendo nascer uma preocupação com relação ao melhor procedimento para que venha trazer retornos e agregações de valores, representados tanto na eficiência como na eficácia, proporcionando a efetividade nos controles dos gastos, através do menor custo possível.

A definição com relação à implementação de métodos de irrigação com custos reduzidos irá variar de acordo com as necessidades e condições tanto do cultivo como do solo, onde caberá ao agricultor estabelecer qual critério poderá utilizar, satisfazendo os seus interesses de acordo com as condições estabelecidas por fatores internos e externos.

Existem diversas formas de irrigação e cada uma apresenta as suas particularidades com relação ao manejo, sistematização, viabilidade e custos, obedecendo a um critério específico, proporcionando ao agricultor uma diversificação na escolha da melhor e mais eficaz possível.

Com relação a pesquisas e estudos feitos na área agrícola, intitulados na análise do melhor manejo e sistematização, com redução de custos, destaca-se na região do Sub-Médio Vale do São Francisco a empresa objeto de estudo, onde apresenta toda uma variedade no processo de distribuição d'água pela sua lavoura, por meios técnicos de irrigação como: Superfície, Aspersão e Gotejamento subterrâneo.

O processo de irrigação é uma das grandes preocupações dos agricultores em geral, sendo que o cultivo depende efetivamente do abastecimento de água para gerar “frutos” do seu objetivo, seja ele qual for.

Tal necessidade faz com que estudos e pesquisas referentes a um modelo de irrigação mais eficiente e eficaz, sejam cada vez mais aprofundados em diversos níveis dentro de um rol diversificado e voltado para a necessidade da cultura e a capacidade do solo em reagir de acordo com o volume de água utilizado conforme o processo de distribuição implementado, observado os critérios adotados por cada produtor com relação ao seu custo/benefício, visando à redução dos seus gastos de acordo com o investimento implementado no seu cultivo.

Com tanta escassez e desordenada distribuição pluviométrica na região do Sub-Médio do Vale do São Francisco, é constatada uma das grandes dificuldades em um produtor conseguir concretizar a sua estabilidade, mediante dependência das chuvas na região. Fazendo surgir uma das grandes preocupações com relação em qual o método de irrigação irá aplicar para que obtenha um menor custo possível e desenvolva o melhor benefício, satisfazendo a carência da sua agricultura e respondendo as expectativas do agricultor.

É baseado nestas necessidades e preocupações que este artigo buscou demonstrar a forma mais eficiente e eficaz nas realizações dos gastos referentes ao consumo de água. Usando como base e fonte de pesquisa o plantio da cana-de-açúcar na empresa. Sendo uma das grandes empresas sucro-álcooleiras do Brasil e a única no nosso país totalmente irrigada, satisfazendo todas as exigências estabelecidas pelo critério de avaliação da metodologia aplicada na apuração dos dados de forma coerente e efetivo.

É a realização de um projeto pioneiro no Brasil em implantação de uma usina produtora de açúcar e álcool em pleno semi-árido nordestino. Tendo como base o cultivo da cana-de-açúcar, possuindo atualmente mais de 16.000 hectares cultivados em solo totalmente irrigados. Com sua área plantada totalmente irrigada, é pioneira na irrigação plena da cana-de-açúcar pelo sistema de irrigação de superfície por sulco de infiltração. Adaptando-se à moderna tecnologia de irrigação, utiliza ainda pivots centrais e gotejamento subterrâneo.

2 METODOLOGIA

Este artigo está baseado em informações adquiridas por meio de questionários respondidos por Engenheiros Agrônomos, responsáveis da área de custeio, funcionários de diversos setores envolvidos na construção dos custos de irrigação com a finalidade em atingir o objetivo da pesquisa. Além de uma pesquisa de campo, observando cada passo na determinação e implantação dos métodos aplicados na irrigação e os custos envolvidos em cada decisão.

Na complementação da estrutura básica do artigo, utilizou-se o conceito aplicado e definido por autores altamente competentes e conhecedores do custo agrícola, deixando transparecer toda a certeza com relação ao conteúdo do trabalho e a diversificação da utilidade de apoiar-se em uma ferramenta de consulta confiável.

3 DADOS DA AGRICULTURA - (CANA-DE-AÇÚCAR)

A maior parte da produção mundial de cana é destinada à produção de açúcar. Há no mundo atualmente, 20 milhões de hectares plantados com cana que produzem cerca de 1,3 bilhões de toneladas. Isto quer dizer que é a produção da mercadoria açúcar que comanda o mercado.

No Brasil o álcool combustível é importante, em decorrência do programa da mistura do anidro (tipo de álcool) na gasolina e em função dos carros movidos a este combustível. A produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2007/08 está estimada em 475 milhões de toneladas, deverá ser superior em 10% à da safra anterior (431 milhões de toneladas). Desta produção total, 242 milhões de toneladas (51%) destinam-se à fabricação de açúcar. Outros 184 milhões de toneladas (39%) vão para a produção de álcool. Enquanto que 50 milhões (10,5%) são destinados para a produção de cachaça, alimentação animal, sementes, fabricação de rapadura, açúcar mascavo e outras finalidades. A produção nacional de açúcar está estimada em 30 milhões de toneladas, ou seja, será 12% maior do que a safra 2006/07, enquanto que a produção de álcool será de 17 bilhões de litros, com um crescimento de 4% em relação à safra anterior. Do total do álcool produzido, perto de 3,5 bilhões de litros serão destinados ao mercado mundial, ficando assim, 80% para o mercado interno.

Os cinco maiores produtores mundiais de etanol em bilhões de litros são: Estados Unidos (18,5), Brasil (17), China (3,8), Índia (1,7) e França (0,9). Portanto, Estados Unidos e Brasil são responsáveis por 70% da produção mundial. O etanol estadunidense é obtido, principalmente, a partir do milho. Há no Brasil atualmente cerca de 360 unidades de produção de açúcar e álcool, outras 40 estão em construção. Dizem os órgãos da imprensa que há mais de 240 em fase de planejamento.

A área plantada com cana-de-açúcar, 6 milhões de hectares, está concentrada no estado de São Paulo que responde por mais de 50% do total. A região Centro-Sul por sua vez, concentra mais de 80% da área cultivada com cana. Há estudos que indicam que, para o Brasil abastecer 5% do mercado mundial de etanol, seria necessário aumentar seis vezes a produção atual, ou seja, alcançar a produção de 100 bilhões de litros, o que expandiria a cana para 36 milhões de hectares. E seria necessário o dobro para substituir 10% do consumo mundial de gasolina, ou seja, 72 milhões de hectares. (OLIVEIRA, 2006)

A Tabela 1 apresenta o comparativo de área, produtividade e produtividade da cana-de-açúcar na safra de 2005 até 2007.

Tabela 1: Comparativo de Área, Produtividade e Produção d Cana-De-Açúcar (Safras 2005/2006 E 2006/2007).

Região/UF	ÁREA (em mil ha)			Produtividade			Produção (Em mil ton.).		
	Safra 05/06	Safra 06/07	Var. (%)	Safra 05/06	Safra 06/07	Var. (%)	Safra 05/06	Safra 06/07	Var. (%)
NORTE	18,6	21,9	17,4	57.633	64.899	12,60	1.073,7	1.420,0	32,3
NORDESTE	1.077,4	1.132,5	5,10	52.534	57.060	8,60	56.599,6	64.618,8	14,2
CENTRO-OESTE	546,9	604,5	10,5	70.953	74.463	4,90	38.807,1	45.016,6	16,0
SUDESTE	3.737,3	3.940,9	5,40	81.588	83.191	2,00	304.920,2	327.843,0	7,5
SUL	460,1	488,9	6,30	65.237	75.337	15,50	30.012,8	36.828,5	22,7
NORTE NORDESTE	1.096,0	1.154,4	5,30	52.621	57.208	8,70	57.673,3	66.038,8	14,5
CENTRO-SUL	4.744,3	5.034,3	6,10	78.776	81.380	3,30	373.740,1	409.687,1	9,6
BRASIL	5.840,3	6.188,3	6,00	73.868	76.871	4,10	431.413,4	475.725,9	10,3

Fonte: CONAB – Levantamento nov/2006

4 A EMPRESA

A EMPRESA, situada na região do Sub-médio São Francisco, em Juazeiro, Estado da Bahia, é a realização de um projeto pioneiro no Brasil em implantação de uma usina produtora de açúcar e álcool em pleno semi-árido nordestino. Tendo como base o cultivo da cana-de-açúcar, possuindo atualmente mais de 16.000 hectares cultivados em solo totalmente irrigados, tornando-se também a única do Brasil nessa categoria.

A EMPRESA foi fundada em 19/09/1972, tendo sua primeira safra em 1980.

Ao longo de sua história, a empresa tem demonstrado competência e sido reconhecida pela seriedade com que trabalha. Desde 1991, a Empresa é anualmente agraciada pela Fundação Instituto Miguel Calmon de Estudos Sociais e Econômicos - IMIC, com os títulos de "Maior" e "Melhor" empresa da Bahia no Setor Cana, Açúcar e Álcool.

A sua implantação numa região de clima semi-árido e de solo atípico para a produção da cana-de-açúcar, como era o Vale do São Francisco, foi um grande desafio que só pode ser levado adiante, pela convicção da capacidade produtiva do grande Vale.

Principal produtora de açúcar do Estado da Bahia, a Empresa caracteriza-se pela excelente qualidade do açúcar cristal produzido, nas embalagens de 1 e 2 kg e em saco com 50 kg.

O álcool combustível produzido, como um dos principais produtos, é um produto renovável e limpo que contribui para a redução do efeito estufa e diminui substancialmente a poluição do ar, minimizando os seus impactos na saúde pública.

Objetivando melhorar a eficiência da irrigação e fertilidade do solo para produzir com melhores resultados, a Empresa investe em pesquisas de reconhecimento da pedologia das áreas irrigadas, com estudo dos atributos químicos, físico-hídricos, morfológicos e mineralógicos. Mantém convênios de pesquisas com a Universidade Federal de Alagoas – UFAL que proporcionam o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar adaptadas ou melhoradas para a região, mantém também parceria com a EMBRAPA/CPATSA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro de Pesquisa Agropecuária para o Trópico Semi-árido para determinação do Coeficiente de Cultivo (Kc) da cultura da cana-de-açúcar irrigada para a região do sub-médio do Vale do São Francisco.

A produtividade média de cana é 90,74 toneladas por hectare, superior a média nacional. Isso deve-se a prática de sofisticados projetos de tecnologia agrícola, especificamente de irrigação, divididos da seguinte maneira:

Gotejamento Subterrâneo – 50,70 ha; Pivot Central – 962,93 ha; Pivot Linear – 89,13 ha; Superfície por sulco de infiltração com politubo – 6.703,12 ha; Superfície por sulco de infiltração com regadeiras – 8.289,29 ha.

A Empresa vem buscando também modernizar seus controles informatizados evoluindo os sistemas existentes por novas ferramentas que possibilitam um acompanhamento mais próximo do dia-a-dia da empresa, contando com parcerias no fornecimento das soluções.

A utilização de equipamentos modernos e adequados às necessidades também é uma constante preocupação da Empresa.

5 CUSTOS

São medidas monetárias dos sacrifícios financeiros com os quais uma organização, uma pessoa ou um governo, têm de arcar a fim de atingir seus objetivos, sendo considerados esses ditos objetivos, a utilização de um produto ou serviço qualquer, utilizados na obtenção de outros bens ou serviços.

Custos sob a ótica contábil são medidas monetárias resultante da aplicação de bens e serviços na produção de outros bens e serviços durante o processo de fabricação.

Assim, observa-se que custo é um conceito ligado diretamente ao processo produtivo, sendo

que qualquer gasto não relacionado à produção não é considerado custo.

Segundo Eliseu Martins (2003), Custos é também um gasto, só que reconhecido como tal, isto é, como custo, no momento da utilização dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

Podendo ser:

Direto: são aqueles que podem ser alocados diretamente a cada produto, ou seja, devem ser identificados especificamente para cada produto.

Indireto: são aqueles que não podem ser alocados diretamente a cada produto, ou seja, são passíveis de rateio para que possam integrar a cada produto.

Custos Variáveis: são aqueles que ocorrem na proporção da quantidade produzida, ou seja, variam de acordo com o volume de produção.

Custos Fixos: são aqueles que ocorrem todos os meses independentes da quantidade produzida.

Obs.: Geralmente os custos diretos são variáveis.

Com relação à apuração e controle dos custos, D'Maore (1973) afirma que torna ainda difícil o estabelecimento da contabilidade agrícola a carência, em geral, de elementos que permitam com rigor contabilizar as diferentes fases da lavoura.

Segundo Valle (1981), é importante a contabilidade de custos nas empresas rurais, afirmando que a contabilidade de custos ou analítica de exploração, que não privativa da contabilidade industrial, registra e controla as operações técnico-agrícolas, para determinação dos custos e resultados da produção agrícola, zootécnica e agro-industrial.

Hiffman (1984) aponta a aplicabilidade das informações sobre custo agrícola afirmando que ela pode referir-se à fixação de preços para efeito de tabelamento, ao cálculo das necessidades de créditos, à orientação dos trabalhos de assistência técnica à produção, à fixação de preços mínimos, etc.

Observado as dificuldades de implantação de um sistema de custos, Crepaldi (1983) afirma que se não existe uma estrutura capaz de gerar estas informações é preciso procurar uma solução mais simples, porque ao se trabalhar com informações não confiáveis se estará gerando resultados também sem confiabilidade.

6 A IRRIGAÇÃO

A Irrigação é uma técnica utilizada na agricultura que tem por objetivo o fornecimento controlado de água para as plantas em quantidade suficiente e no momento certo, assegurando a produtividade e a sobrevivência da planta. Complementa a precipitação natural, e em certos casos, enriquece o solo com a deposição de elementos fertilizantes.

Método de irrigação é a forma pela qual a água pode ser aplicada às culturas. Os principais métodos são os seguintes:

Infiltração - Utilizando sulcos abertos entre as fileiras de plantas;

Aspersão- A água é aplicada através de equipamentos pressurizados por bocais aspersores.

Gotejamento- Aplicação da água é através de tubos e orifícios gotejadores.

Cada método tem um ou mais sistemas associados, pelo que a escolha do mais adequado depende de diversos fatores, tais como a topografia (declividade do terreno), o tipo de solo (taxa de infiltração), a cultura (sensibilidade da cultura ao molhamento) e o clima (frequência e quantidade de precipitações, temperatura e efeitos do vento). Além disso, a vazão e o volume total de água disponível durante o ciclo da cultura devem ser analisados. A eficiência de um sistema de irrigação refere-se à percentagem de água de fato absorvida pela planta, (GOMES JUNIOR, 2005).

Para definir os custos de uma determinada cultura, precisa-se observar diversos pontos endógenos e exógenos, que afetam todo o procedimento na elaboração de um planejamento,

sempre observando os mínimos detalhes que influenciam na apuração dos gastos. Não sendo diferente, a Empresa beneficia-se de um alto conhecimento do seu custeio, facilitando todo o acompanhamento de sua construção.

As etapas fundamentais para a cálculo e determinação do seu custeio são:

Acompanhamento desde a captação da água até a sua distribuição, envolvendo nesse período toda a mão-de-obra, tecnologia, sistematização, métodos de irrigação e viabilidade técnica.

A Empresa utiliza a água do rio São Francisco através de bombeamento, por meio de estações construídas dentro do perímetro irrigado, sendo responsáveis pela elevação da água para os canais principais que a partir deste ponto é feita à distribuição para os campos.

A Tabela 2 mostra toda a composição dos custos referentes ao processo de bombeamento da água do Rio São Francisco, por meio das estações de bombeamento.

Os custos variáveis são compostos pelos gastos que ocorrem com o consumo da energia elétrica para o bombeamento da água.

Os custos fixos são todos os gastos realizados na Associação dos Usuários do Perímetro Irrigado do Projeto Tourão, tais como, ordenados e salários, encargos sociais, peças e acessórios veículos manutenção e conservação de bens, serviços prestados por terceiros, demanda do consumo de energia elétrica, dentre outros.

Tabela 2: Composição dos Custos (processo de bombeamento da água do rio São Francisco)

Sistema de Irrigação	Área	Custos Variáveis			Custos Fixos		Total Geral (1,00)
		Consumo m ³ /Ha	Valor (R\$/m ³)	Total R\$ (1,00)	Valor R\$/Ha (mês)	Total R\$ (1,00)	
Gotejamento	50,70	14.000	0,012	8.400	45,00	27.378	35.778
Pivot Central	962,93	16.000	0,012	184.882	45,00	519.982	704.864
Pivot Linear	89,13	16.000	0,012	17.112	45,00	48.130	65.242
Sulco Politubo	6.703,12	18.000	0,012	1.447.873	45,00	3.619.684	5.067.557
Sulco Convencional	8.288,29	18.000	0,012	1.790.270	45,00	4.443.276	6.233.546
Total	16.094,17	-	-	3.448.537		8.658.450	12.106.987

Fonte: AUPIT/2006

Toda a irrigação da lavoura é aplicada com base no **Balanço Hídrico**, que é uma ferramenta técnica utilizada como referência para planejamento da irrigação e manejo da aplicação de água na lavoura. Essa ferramenta é o volume de água requerido pela cultura durante um determinado período, variando com os fatores climáticos e edáficos (Balanço de Entrada e Saída de água de uma cultura: Chuva x Evaporação x Consumo da Cultura).

Para cálculo do intervalo de irrigação são utilizados os principais fatores técnicos:

- Coeficiente da cultura (Kc), que varia de acordo com a idade da cultura;
- Evaporação da água (mm/dia), existindo estações meteorológicas com equipamentos (tanques classe A) que medem a evaporação da água diariamente;
- Fator de correção do tanque classe A - umidade relativa do ar, velocidade do vento e tipo de superfície da estação meteorológica;
- Fator de retenção de água no solo.

De acordo com o volume requerido pela cultura e a retenção de água no solo se determina o intervalo. Quanto maior o intervalo menor o número de irrigações e o volume aplicado no ano, conseqüentemente menor custo.

Segundo Gomes Júnior (2005), a frequência de irrigação depende de vários fatores naturais, tais como: evaporação e precipitação, tipo de solo e idade da cultura.

Durante o ciclo de vida da lavoura, que fica em torno de 12 meses para a cana soca e 14 meses para cana planta, considerando que não ocorra nenhuma chuva e com uma evaporação média de 7 mm/dia, é realizada uma quantidade média de 25 irrigações para a cana soca e 30 irrigações para a cana planta.

Considerando um cenário bastante extremo, com a permanência de um ano muito quente, com baixa precipitação de chuvas, podem ser realizadas até 03 (três) irrigações por mês. Cada irrigação requer uma demanda de 500 m³ de água por hectare, o que significa um montante de 1.500m³ de água por hectare mensal.

Dessa forma, a lavoura de cana-de-açúcar apresenta uma necessidade de 150 mm de água por mês no período de pico, ou seja, no período de 04 a 10 meses do seu ciclo de vida.

Os principais métodos de irrigação utilizados no cultivo de cana-de-açúcar na propriedade são:

- Irrigação por superfície: sulcos.
- Irrigação por aspersão: pivot central.
- Irrigação Localizada: Gotejamento subterrâneo, (GOMES JUNIOR, 2005)

Irrigação por sulco

Consiste na condução de água em pequenos canais ou sulcos abertos paralelamente às fileiras das plantas, durante o tempo necessário para que a água infiltre ao longo do sulco, para umedecer o solo na zona radicular da cultura, (BERNARDO, 1995).

O sistema exige:

- Mão-de-obra maior por unidade de área; Sistematização do terreno; Experiência do irrigante – distribuição de água e manutenção do controle da vazão durante a irrigação.

É um método de menor custo de implantação e operação – não exigindo tubulações e pressão de serviço. A sua infiltração de água e perímetro molhado variam de acordo com o tipo de solo (arenoso e/ou argiloso).

A forma do sulco pode ser tipo “V” ou tipo “U”, variando com o tipo de solo. A profundidade varia de 15 a 20 cm e a largura de 15 a 30 cm.

Vários fatores podem determinar o tipo de irrigação e seu devido dimensionamento, como:

Espaçamento: objetiva assegurar que o movimento lateral da água entre os sulcos adjacentes umedecerá toda a zona radicular da cultura antes de umedecer regiões abaixo dela.

Declividade: a eficiência de aplicação está relacionada com a uniformidade da declividade dos sulcos. Em solos arenosos quanto menor for a declividade dos sulcos, maior será a perda por percolação.

Vazão: a máxima permitida é a que não cause erosão no sulco,

Avanço da água no solo: depende da vazão aplicada no sulco, capacidade de infiltração do solo, declividade e comprimento do sulco.

Comprimento do sulco: fatores de determinação – forma e tamanho da área, tipo de solo, declividade e vazão. Sulco menor maior quantidade de mão-de-obra, perdas das áreas de cultivo com canais e drenos. Sulco maior aumento de perdas de água por percolação.

Características técnicas dos sulcos de irrigação:

- Declividade: ideal – 0,1%; aconselhável – 0,05 a 0,5%; usável – 0,02 a 1,0%.
- Alinhamento retilíneo;
- Forma: U ou V – depende do tipo de solo e da VIB;
- Comprimento: aquele que possa ser eficiente. Limites práticos – 100 a 500m.;
- Capacidade: construído para diferentes vazões e dependem do solo, declividade e uso;
- Longos e retos: menos mão-de-obra, maiores rendimentos nos tratos culturais, menor custo.

Este é o método de irrigação onde são construídas estruturas (canais, drenos, bueiros etc.) para que a água seja distribuída aos campos por gravidade, determinada pela declividade dos canais. Requerendo obras de sistematização da área e drenagem.

Além da sistematização várias estruturas de condução fixas são necessárias para que a água chegue ao destino final.

Nesse sistema, a condução de água até os perímetros dos Projetos Tourão e Maniçoba, locais onde se encontram os maiores plantios de cana da empresa, é realizada através de canais aberta principais e secundários que possuem comportas para o controle da liberação da água para os canais de irrigação construídos junto aos campos/lotes. Essas comportas são utilizadas para medição do volume de água aplicada (distribuída).

A água é armazenada em açudes (reservatórios) com a finalidade de atender toda demanda da área total irrigada e reduzir o custo de energia elétrica com o bombeamento, que no horário noturno é menor. A distribuição direta aos lotes é realizada diariamente.

Esse método de irrigação apresenta uma eficiência muito baixa que fica em torno de 60%, o que significa um volume de perda elevado de água ao longo de todo o processo de condução e distribuição. É um método bastante antigo que exige um volume muito grande de mão-de-obra. Principalmente, como se trata de um sistema de irrigação aberto, onde todo o controle para liberação de água é realizado pelos canaleiros, através de regulagem de comportas e da vazão original do projeto, aumentando assim as perdas.

Reservatórios: Os reservatórios de abastecimento (açudes) são utilizados como pulmão para demanda de água de toda área e para o armazenamento noturno, tendo em vista que o custo com bombeamento (energia elétrica) é mais barato nos horários reservados.

Esses reservatórios devem ser reabastecidos nos finais de semana para garantia de água no início da semana seguinte.

Durante a safra (período de moagem) os campos situados em área próxima à usina são irrigados com a água da própria usina (água de lavagem, água quente e vinhaça).

Aspersão sobre rodas com deslocamento lateral – linear

Esse modelo de aspersão é recomendado para áreas planas e uniformes. Consiste na utilização de carro comando, contendo um conjunto de motobomba (diesel), com gerador de energia elétrica e sistema geral de comando.

As tubulações são de aço zincado aéreas, sustentadas sobre rodas e fixadas por meio de amarrações metálicas (torres) e de tirantes de aço, sobre os quais estão instalados os aspersores. Este sistema é instalado no centro ou na periferia da área, sendo sua velocidade controlada de acordo com lâmina de água a ser aplicada. Sendo que um cabo de aço-guia faz o alinhamento do equipamento, (Gomes Junior, 2005).

Pivot Central Fixo

Método de irrigação por aspersão que consiste na utilização de um equipamento (pivot) central/fixo composto por estrutura de canos e pneus com tração, motor, redutor de rodas, motoredutor e painel de controle elétrico para giro de 360° no campo.

Esse sistema de irrigação apresenta uma característica principal que é a capacidade de irrigação diária, durante todo o ciclo de vida da cana. Cada equipamento (pivot) lança em média de 8 a 10 mm de água por dia para completar a circunferência e cobrir toda sua área do campo. A eficiência desse sistema fica em torno de 80% a 90%, o que significa que, durante o processo de irrigação perde-se de 10 a 20% da água. Os principais fatores de perdas técnicas são:

- Escoamento superficial da água no solo;

- Deriva da água pelo fator vento;
- Evaporação;
- Percolação profunda: a água penetra em camadas profundas do solo.

Comparativamente ao sistema de sulco, existe uma economia de água que varia em torno de 20% a 30%, porém, neste sistema é necessário um monitoramento maior das áreas e requer uma elevada manutenção dos equipamentos, tendo em vista, diversos fatores que podem levar à quebra dos mesmos tais como: rastro de pivot, que significa colocar cascalho no rastro (percurso) do equipamento para evitar o atolamento dos pneus, o que força e danifica sua engrenagem, (OLITTA, 1977).

De acordo com Gomes Junior (2005), as principais vantagens em relação ao sistema tradicional de irrigação por aspersão, são:

economia de mão-de-obra; economia de tubulação – não precisa de linha principal; mesmo alinhamento e velocidade de movimentação em todas as irrigações; após completar uma irrigação o sistema estará no ponto inicial para outra irrigação; boa uniformidade de aplicação.

Como desvantagens, podemos destacar:

- perde-se cerca de 20% da área; alta intensidade de aplicação – extremidade do pivot; escoamento superficial;

Irrigação por Gotejamento

Consiste em um método de irrigação localizada, o que significa aplicar água exatamente no local em que a planta se encontra. É um sistema onde se utilizam mangueiras com orifícios (gotejadores) para a saída da água. Todo o sistema de condução e aplicação de água através de mangueiras é subterrâneo, sendo enterrado a uma profundidade entre 20 e 30 cm.

Esse sistema possui uma infra-estrutura própria com estação de bombeamento, 02 motores elétricos, além de equipamentos para sistema de filtragem próprios com filtros de areia e discos. A eficiência desse sistema fica em torno de 90 a 95%, o que significa uma perda muito menor de água no processo de irrigação. O seu manejo de irrigação é preparado através de uma tabela especial, considerando os intervalos do balanço hídrico e a lâmina diária.

7 ATIVIDADES MANUAIS DO PROCESSO DE IRRIGAÇÃO

A mão-de-obra de irrigantes é utilizada também na execução de outras atividades manuais de irrigação, quando não está sendo utilizada na aplicação direta de água nos campos.

Atualmente as principais atividades manuais relacionadas à irrigação são as seguintes:

Drenagem: consiste na abertura de canais e drenos em partes dos lotes para o escoamento do excesso de água. Significa que após a irrigação a água não infiltrada no período de 24 horas será drenada.

Confecção de Tapas: consiste na construção de pequenos obstáculos feitos de palhas de cana, piquetes (estacas) e solo no canal de irrigação, para o represamento do volume necessário de água para os sulcos. O represamento eleva o nível da água permitindo a sua entrada nos sulcos de irrigação.

Confecção de Chaves: consiste na colocação de obstáculos de terra nas regadeiras a cada cinco sulcos, tanto na cabeceira como no início do sulco, de modo a evitar o escoamento da água para os demais sulcos.

Confecção de tapa-sulcos: consiste na colocação de obstáculos de terra ao longo dos sulcos de irrigação, com a finalidade de conter os avanços (escoamento) rápido de água, facilitando sua infiltração no solo.

Retiradas de piquetes: consiste na retirada de pedaços de madeira com extremidade

fina (estacas) de áreas reservadas para tal manejo, para confecção de tapas. Nesse caso, existe o custo com o transporte do piquete (estaca).

Tombamento cana manual: consiste no tombamento da cana para desobstrução dos canais de irrigação de modo a permitir o escoamento natural da água.

Conservação de rastro de pivot: consiste na colocação de cascalho no encaminhamento dos pneus (rastro) dos pivots, visando evitar o atolamento que pode ocasionar quebra dos equipamentos. O cascalho é retirado de jazidas próprias, dentro da propriedade e são transportadas para as áreas dos pivots.

Amarrando palha: consiste na amarração de palha (olho da cana) destinada à confecção de tapas.

Carrego e descarrego de palha: consiste no transporte da palha para confecção de tapas, no caso de cana planta. Para o caso de cana soca, aproveita-se a própria palha residual do corte da cana, (DIAS, 2001).

Na Tabela 3 está demonstrado todo o custo da Hora/Máquina dos métodos de irrigação utilizado na Empresa, visando à expansão da área plantada será necessário passar por esse Sistema

Tabela 3: Demonstrativo dos Custos Relacionados ao Sistema Convencional de Preparo de solo para Expansão do Canavial

Descrições das Operações	Produção (Hora/Ha)	Custo Unitário	
		Hora	Total/ha
Desmatamento e Enleiramento	4,0	52,00	208,00
Nivelamento grosso	2,0	52,00	104,00
Subsolagem	4,0	52,00	208,00
Gradagem pesada	1,32	36,08	47,63
Gradagem Leve	1,19	27,00	32,13
Outros	-	-	5.062,62
Total	-	-	5.662,38

Fonte: Dados da Pesquisa/2006

Sistema de Preparo de solo Semi-Convencional para Renovação do Canavial

1º e 2º gradagem pesada: com a finalidade de erradicação da socaria remanescente, com grade de 18x36”, em equipamentos Challenger 65C e Engesa 1428.

1º e 2º gradagem leve: para nivelamento e destorroamento como operação de acabamento de preparo de solo. Sendo realizado duas gradagens com grades de 30x28” ou 44x28”, com equipamento Challenger 65C e Valtra BH-180.

Na Tabela 4 está demonstrado todo o custo da Hora/Máquina, que são utilizados para o sistema de renovação da cultura (cana-de-açúcar).

Tabela 4: Demonstrativo dos Custos Relacionados ao Sistema Semi-Convencional

Descrições das Operações	Produção (hora/ha)	Custo Unitário	
		Hora	Total/há
Gradagem pesada	1,3	43,00	55,90
Gradagem leve	0,8	21,10	16,88
Outros	-	-	806,56
Total	-	-	879,34

Fonte: Dados da Pesquisa/2006

Preparo de solo no Sistema de Cultivo Reduzido (Mínimo) para Renovação do Canavial

Escarificação: Essa prática consiste na escarificação em cima da socaria arrancando a touceira com profundidade de 30cm. Com o auxílio do trator de esteira D6 SR.

Enxada Rotativa: prática mecanizada utilizada para destorroar e destruir a socaria que foi roturada na escarificação e fazer a marcação do novo sulco de plantio.

Tabela 5: Demonstrativo dos Custos Relacionados ao Sistema de Cultivo Reduzido Para Cultivo Com Irrigação Por Sulco

Descrições das Operações	Equipamento	Produção (hora/ha)	Custo Unitário	
			Hora	Total/ha
Escarificação	Trator Esteira D-6	2,5	35,22	88,05
Enxada Rotativa (destorramento)	Challenger 45	1,2	22,00	26,40
Total	-	-	-	114,45

Fonte: Dados da Pesquisa/2006

Para obterem-se os Custos referentes a cada Sistema de Irrigação por hectare, será observado todos os passos da Tabela 6 até a Tabela 8.

Na Tabela 6, encontram-se dados importantes para determinar toda a produtividade da cana-de-açúcar, por meio dos métodos de irrigação, mostrando a totalidade da área irrigada da Empresa que está em torno de 16.094,17, totalizando uma produção de 1.460.310,36 ton.

Sendo assim pode-se notar que a Empresa é ideal para fazer um estudo sobre o custo relacionado aos sistemas de irrigação, onde a empresa tem em sua totalidade da área produzida todo o procedimento na distribuição d'água por meio da irrigação.

Tabela 6: Cálculo dos Custos de Irrigação

Total da Área Irrigada	Produtividade da cana-de-açúcar por hectare (média)	Total da Produção da Área Irrigada (Ton.)
16.094,17 ha.	90,74 ton.	1.460.310,365 ton.

Fonte: Dados da Pesquisa/2006

A tabela 7, exibirá todos cálculos necessários para obter-se a produção total da área irrigada da Empresa. Esses dados são adquiridos por meio da seguinte equação matemática:

$$\checkmark \text{ Multiplicação entre as colunas } \underline{\text{Produção (ton.)/Hectare}} \times \underline{\text{Hectare Irrigada}} = \underline{\text{Produção total da Área Irrigada.}}$$

Tornando capaz de obter resultados importantes referentes à produtividade de cada sistema aplicado pela a empresa.

Observado a capacidade dos métodos em contribuir para a produção da cultura, sem levar em consideração a produção total, até pelo motivo de que existe uma disparidade muito grande por área irrigada, será feita uma análise em cima da produção por hectare, tornando-se mais justo o julgamento dos números.

E por meio desses cálculos podemos chegar a seguinte análise:

O sistema por Pivot Central apresenta a maior produção por hectare (110,18 ton/há), seguido pelo Gotejamento (101,52 ton/há), com uma ocupação da área irrigada que é em torno de 962,93 para o Pivot Central e 50,70 para o Gotejamento. Já o sistema por Sulco Convencional mesmo ocupando a maior área que é de 8.288,29 hectare irrigada, apresentou a menor produção por hectare, ficando em torno de 84,17 ton./há, ocasionando uma diferença negativa em percentual de 30,90% com relação ao Pivot Central e 20,61% ao Gotejamento. Observado que este último método apresenta a maior eficiência na distribuição d'água que é em torno de 90% a 95%.

Tabela 7: Cálculo da Produção total da Área Irrigada/Ton.

Método de Irrigação	Produção (ton.)/Hectare	Hectare Irrigada	Produção total da Área Irrigada
Gotejamento Subterrâneo	101,52	50,70	5.146,790
Pivot Central	110,18	962,93	106.099,650
Pivot Linear	87,04	89,13	7.757,995
Sulco – Politubo	95,64	6.703,12	641.108,320
Sulco – Convencional	84,17	8.288,29	700.197,610
Total	-	16.094,17	1.460.310,365

FONTE: Dados da Pesquisa/2006

A Tabela 8, demonstrará toda a parte integrante do custeio por cada sistema de irrigação, sendo capaz de analisar o menor custo por hectare irrigada da Empresa.

Os resultados foram adquiridos a partir de números relativos a cada componentes do custo por sistema de irrigação, sendo demonstrado o valor que cada um desses componentes incorpora dentro do somatório do custo final de irrigação, possibilitando a uma fiel determinação de valores que cada sistema representa. O resultado foi alcançado da seguinte forma:

$$\checkmark \text{ Somatório das colunas de } \underline{\text{Água}} + \underline{\text{Mão-de-Obra}} + \underline{\text{Mecanização}} + \underline{\text{Energia Elétrica}} = \underline{\text{Total em R\$/Ha}} \text{ Dividindo esse valor pela } \underline{\text{Hectare Irrigada}} \text{ (Tabela 7) = } \underline{\text{Valor (R\$) dos Custos por Ha.}}$$

Evidenciando toda uma análise feita em relação ao custo por sistema de irrigação/há, utilizado na empresa. Onde os números demonstram e confirmam a seguinte crítica:

O sistema que apresenta o menor custo por hectare é o Sistema Convencional, obtendo um total de R\$ 918,35/há, porém esse sistema acarreta em uma baixa eficiência tanto na produção com 84,17 Ton/Há (Tabela 7), como na aplicação de água, que é em torno de 60%.

O Pivot Linear torna-se mais dispendioso atingindo um custo de R\$ 1.906,16/Há, em virtude de sua operacionalização ser movida por motor-bomba alimentado por óleo diesel, onde no

quadro abaixo está embutido no item mecanização.

O Pivot Central, apesar de obter a melhor produção por hectare 110,18 Ton./Há (Tabela 7), e uma eficiência na aplicação de água, não é a opção mais viável devido ao seu consumo de energia elétrica, que é em torno de R\$ 192.233,00/Há, representando um percentual de 78,96% do total da energia utilizada em todos os sistemas R\$ 243.445,00/Ha.

Sendo assim o melhor sistema é o Gotejamento, mesmo que ele não apresente o menor custo mas na análise geral - entre a produção e o menor custo - demonstra uma superioridade entre os demais pesquisados. Onde o seu custo por hectare é de R\$ 998,88, e tem uma alta produção 101,52 Ton/Há. Apesar de que esse método requer alto investimento inicial, porém apresenta melhores números como é o caso da eficiência na distribuição de água, onde fica em torno de 90% a 95% de aproveitamento.

Tabela 8: Demonstrativo do Custo por Sistema de Irrigação/Ha.

Sistema de Irrigação	Água	Mão-de-Obra	Mecanização	Energia elétrica	Total	R\$/Ha.
Gotejamento	32.907	5.466	525	11.745	50.643	998,88
Pivot Central	610.996	48.077	315.490	192.233	1.166.796	1.211,71
Pivot Linear	53.941	1.204	114.751	-	169.896	1.906,16
Sulco - Politubo	5.388.881	873.573	332.375	2.316	6.597.105	984,18
Sulco - Convencional	5.373.798	1.885.453	315.136	37.151	7.611.538	918,35
Total	11.460.523	2.813.773	1.078.277	243.445	15.595.978	-

FONTE: Dados da Pesquisa/2006

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É sabido que, quase à totalidade dos produtores de cana-de-açúcar do Brasil utilizam o método de plantio de sequeiro, por estarem localizados em regiões com índice pluviométrico elevado, não necessitando de suporte de água para o ciclo produtivo da cultura, com exceção da empresa Agroindústria do Vale do São Francisco S/A-Empresa, que cultiva anualmente mais de 16.000 hectares de cana-de-açúcar irrigada. Podendo-se fazer uma análise dos custos obtidos, facilitando toda a estrutura para se compor um Sistema de Irrigação eficiente e eficaz. O estudo teve como fundamento legal à informação dos custos relativos aos métodos de irrigação da cana-de-açúcar, por meio dos sistemas de Superfície, Aspersão e Gotejamento subterrâneo, possibilitando afirmar que o sistema de irrigação de superfície por sulco de infiltração por regadeiras apresenta o menor custo de implantação e também o menor custo de produção em R\$/Hectares, porém possui baixa eficiência de aplicação de água e sua taxa de renovação é menor que os outros métodos, o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo possui um custo de implantação alto em relação aos demais, porém sua alta eficiência de aplicação de água, sua alta produtividade agrícola (crescimento vertical) e a baixa taxa de renovação do canal são atrativos estudados atualmente pela empresa.

Observado todos os dados levantados neste artigo, pode-se chegar à conclusão que o melhor sistema de irrigação avaliado pelas variáveis, produção por hectare e custo por hectare, é o Gotejamento o mais viável dos sistemas, além de que ele tem uma alta eficiência no aproveitamento de aplicação de água na cultura, sendo em torno de 90% a 95%. Porém requer um alto investimento inicial, mas analisado com esses requisitos chega-se a tal resultado.

A expansão do agronegócio depende da evolução favorável do cenário brasileiro e mundial e, em especial, das políticas macroeconômicas e comerciais. A reforma das políticas públicas tem como pressuposto o provimento de igualdade de oportunidades para os produtores brasileiros, relativamente a seus concorrentes de países desenvolvidos, em condições

isonômicas de competição.

9 BIBLIOGRAFIA

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 1995, 657p.

CARMO, A.P.V. do. **Desenvolvimento e responsabilidade social**. Juazeiro, BA – EMPRESA: Recursos Humanos, 2005.

CONAB-Indicadores da agropecuária. Nº 12. Ano XV. Brasília-DF.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade Rural**. São Paulo. Atlas. 1993. 224p.

DAKER, A. **Irrigação e drenagem**. 5.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976, 452p.

D'AMORE, Domingos; Castro, Adauto de Souza. **Contabilidade Industrial e Agrícola**. 9 ed. São Paulo. Sugestões Literárias. 1973.

DIAS, A.J.R.; GUSMÃO FILHO, E.N.; FERNANDES JÚNIOR, R.; CORDEIRO, H.; SILVA, M.P. da.; ESPÍRITO SANTO, A.A. do.; PARAGUASSÚ, L.A.A.; CARVALHO, G.C. de.; MINERVINO, A.; BARBOSA, A.T. **Roteiro de caracterização da Empresa**. Preserv – Consultoria Ambiental. Juazeiro-BA, 2001.

FERREIRA, M.J.V. **Tipos de preparo de solo para cana-de-açúcar**. Juazeiro, BA – EMPRESA, 2004.

GOMES JUNIOR, W.F. **Sistemas de irrigação em cana-de-açúcar no Nordeste brasileiro**. Juazeiro, BA – EMPRESA, 2005.

HANSEN, Don R., MOWEN, Maryane M. **GESTÃO DE CUSTOS** “Contabilidade e controle”. 1ª ed. São Paulo: Pioneira Tomson Learning, 2001.

HOFFMANN, Rodolfo; ENGLER, Joaquim de Camargo; SERRANO, Ondalva; THAMER, Antônio C. de Mendes; NUNES, Evaristo M. **Administração de Empresas Agrícola**. São Paulo. Pioneira. 1984. 325p.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 9 ed. São Paulo: Atlas 2003.

PEREZ, José Hernandes, OLIVEIRA, Luis Martins, COSTA, Rogerio Guedes. **GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001

OLITTA, A.G.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo, Livraria Nobel, 1977, 267p.

VALLE, Francisco; ALOE, Armando. **Contabilidade Agrícola**. 7 ed. São Paulo. Atlas. 1981

<http://www.mstorg.br/mst/jornal_pagina.php?ed=41&cd=3313> Acesso em 13 de maio de 2007.