

CURVA DE DEMANDA PELA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Valmir de Albuquerque Pedrosa¹

RESUMO – Este artigo detalha um método para a construção da curva de demanda pela água para irrigação de cana-de-açúcar. O resultado aponta pela disposição do produtor à pagar pela água tendo em vista os preços de venda e os seus custos fixos e variáveis.

ABSTRACT – An method to estimated water demand curve is presented. This paper shows how the change in net farm income due to irrigation water depends of sugar cane price, fixed and variable costs.

PALAVRAS-CHAVES : Curva de demanda, consumo de água, cana-de-açúcar.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de álcool e açúcar do mundo, produzindo atualmente quase 300 milhões de toneladas de cana por ano, transformadas em 32 milhões de toneladas de açúcar, 27 bilhões de litros de álcool e 6.000 MW de capacidade instalada para co-geração de energia elétrica por queima do bagaço de cana. Há no Brasil quase 380 indústrias de açúcar e álcool que geram quase 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos.

O setor sucro-alcooleiro-energético é um usuário intensivo de recursos hídricos. Há consumo de água para a irrigação e durante o processo de fabricação de seus produtos.

Na região nordestina produtora de cana-de-açúcar, as chuvas concentram-se nos meses de abril a setembro, seguindo-se de acentuado período de deficiência hídrica entre os meses de outubro a março. A irrigação tem sido usada para reduzir os danos causados pelos períodos de déficit hídrico.

¹ Professor do Programa de Mestrado de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Campus A.C.Simões. Maceió-Alagoas. E-mail : valmirpedrosa@yahoo.com

As indústrias sucroalcooleiras são usuários que se caracterizam por grande demanda de água. No processo da cadeia produtiva e nas etapas produtivas, a lavagem de cana, dependendo do sistema empregado nessa etapa do processo, pode apresentar o maior consumo.

O consumo pode variar de 2 a 20 m³ de água para cada tonelada de cana esmagada. Essa grande variação se dá basicamente pelo desconhecimento das reais necessidades hídricas da indústria.

Dentro do sistema do processo industrial de açúcar e álcool são consumidos cerca de 3,6 bilhões de litros anuais de água, sendo esta atividade econômica a que apresenta o maior consumo desse recurso natural. Estima-se que, para cada tonelada de álcool hidratado produzido, são consumidas 125 toneladas de água. Esse insumo é utilizado na lavagem de cana, moagem, fermentação, destilação, produção de vapor e lavagem de equipamentos, sem contar a fase de cultivo da cana.

A demanda de água na agroindústria sucroalcooleira tem uma variável de grande relevância, referente quanto à tipologia do processo produtivo da usina e o produto final. O uso específico de água é maior na produção do açúcar, caso de uma usina que só produza açúcar, o que atualmente é muito raro. A tabela 1 ilustra a demanda de acordo com a tipologia industrial.

Tabela 1: Usos médios de água: Tipologia do Processo Industrial da Usina de cana de açúcar.

Tipo de unidade industrial	Uso (m ³ /t.cana)	Peso (%)
Usina (100% açúcar)	30	143
Usina c/ destilaria anexa (50% açúcar e 50% álcool)	21	100
Destilaria autônoma de álcool (100% álcool)	15	72

Fonte: Água na Indústria da Cana-de-açúcar, Cetesb, (2008).

Apesar do uso de água ser grande, o volume de captação e de lançamento de despejo pode ser reduzido devido aos controles internos e reuso. Há unidades industriais que possuem diretrizes de uso e reuso de água, as quais se objetivam a captação mínima e lançamento zero, empregando a prática de redução e reuso de água, circuitos fechados com torres, e o lançamento de águas residuárias para lavoura, vistas como metas para o gerenciamento adequado. tabela 3.2. Existem usinas que captam água com taxas menores ainda, de até 0,5 m³/t.cana.

A resolução Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo Nº 067, de setembro de 2008, definiu as diretrizes técnicas para licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo, onde considera a necessidade da adequar a avaliação dos impactos associados, inclusive os cumulativos da expansão da atividade canavieira. A resolução determina que em áreas classificadas como *Adequadas* e *Adequadas com limitações ambientais* devem-se

minimizar a utilização dos recursos hídricos, adotando o limite máximo de 1m³ de água por tonelada de cana (tabela 2).

Tabela 2. Metas para Gerenciamento de águas para o setor sucroalcooleiro.

Captação (m ³ /t.cana)	1,0
Consumo (m ³ /t.cana)	1,0
Lançamento (m ³ /t.cana)	Zero

Fonte:: Água na Indústria da Cana-de-açúcar, Cetesb, (2008).

Dentro deste contexto de consumo de água pelo setor sucro-alcooleiro, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a curva de demanda por água de irrigação para o canavial. A motivação desta realização decorreu do crescimento da irrigação em áreas com reduzida oferta hídrica, correndo para a disputa ambiental pelo recurso hídrico.

2. CURVA DE DEMANDA PELA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE CANAVIAL

Friedman (1997) definiu a curva de demanda como o lugar dos pontos que indicam, cada um, a máxima quantidade (Q) de água que comprará a coletividade, em uma unidade de tempo, a um preço determinado (P). Representa, pois, a tentativa de relacionar a intensidade da procura, em uma unidade de tempo. Desta forma, ao preço P_1 (R\$/m³) seria demandado Q_1 (milhões de m³) conforme a figura 2 a seguir.

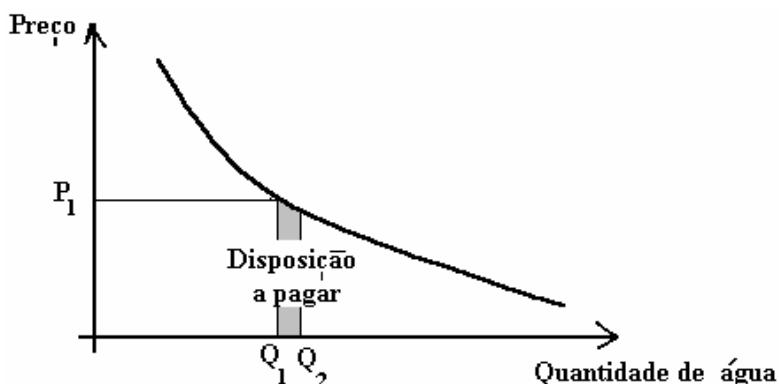


Figura 2. Curva de demanda pictórica

Para qualquer nível de consumo a curva de demanda representa, também, a disposição a pagar do consumidor. Esta decresce com o consumo, resultando na declividade negativa da curva de demanda. A disposição de aumentar o consumo de Q_1 para Q_2 é igual a área sombreada na figura 5.2. A disposição a pagar, do consumidor, por todo o volume Q_2 é toda área abaixo da curva de demanda, limitada pelas ordenadas zero e Q_2 . Adicionando as curvas de demandas individuais,

podemos compor a curva de demanda da coletividade. Neste caso, esta área poderia ser interpretada, também, como a valoração econômica que a sociedade reconhece ao bem.

A receita pela venda da cana-de-açúcar pode ser dada pela fórmula

$$RL = PC \cdot Y - P_w \cdot Q - CV \cdot Y - CF \quad (1)$$

Onde **RL** é a receita líquida em R\$/hectare, **PC** é o preço da tonelada da cana em R\$/tonelada, **Y** é produtividade do canavial em toneladas/hectare, **P_w** é o preço da água em R\$/m³, **Q** é quantidade de água aplicada medida em m³/hectare, **CV** é o custo variável de produção do canavial medida em R\$/tonelada e **CF** é o custo fixo de produção do canavial medido em R\$/hectare.

Segundo James e Lee (1971) a procura pela quantidade de água ofertada que garanta a maximização da receita líquida (**RL**) para cada **P_w** é alcançada igualando-se a razão entre o custo marginal e o benefício marginal com a derivada da curva de produção. Esta derivada é a declividade do trecho crescente da curva de produção. A equação abaixo apresenta esta condição.

$$\frac{CM}{BM} = \frac{P_w}{PC - CV} = \frac{\partial Y}{\partial Q} \quad (2)$$

Onde **CM** é o custo marginal expresso em R\$/m³ medido pelo valor de **P_w**, **BM** é o benefício marginal expresso em R\$/tonelada medido como a diferença entre **PC** e **CV**, $\frac{\partial Y}{\partial Q}$ é derivada da função de produção expressa em tonelada de cana/mm, que pode ser observada como tonelada por m³ aplicado em cada hectare. Basta observar que para cada 1 mm aplicado em 1 hectare, equivale a 10m³ aplicado em cada hectare.

Assim a busca pela otimização da receita nos fornece pontos que relacionam a quantidade de água ofertada para a cana-de-açúcar (m³/hectare) em função do preço (**P_w**) da água (R\$/m³). A união destes pontos é a própria *curva de demanda pela água para a irrigação do canavial*.

3. ESTUDO DE CASO: PASSO DE CAMARAGIBE

Para aplicação da metodologia exposta anteriormente, escolheu-se a região hidrográfica do Rio Santo Antônio, localizada no litoral norte de Alagoas, que conta predominantemente com a agroindústria sucroalcooleira (figura 3).

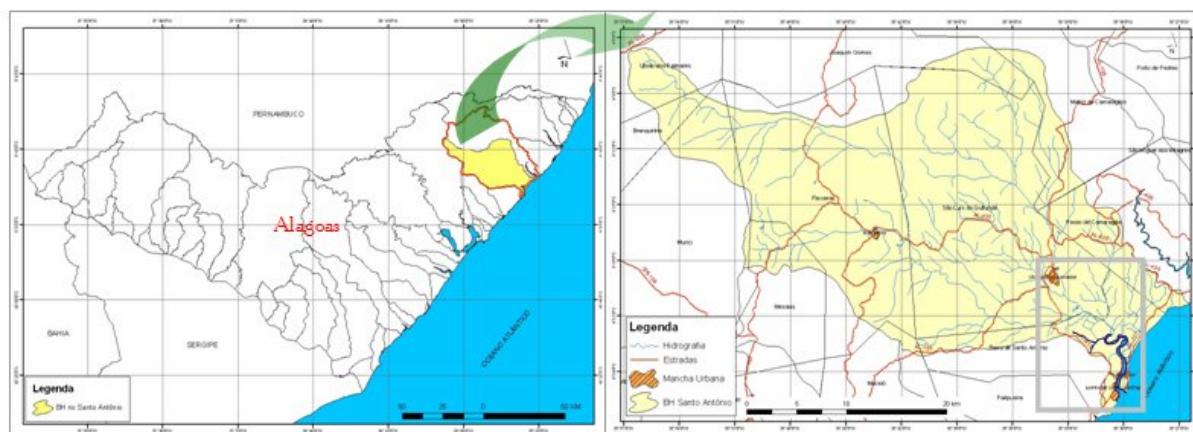


Figura 3. Localização da bacia do rio Santo Antônio.

A estação chuvosa da região com média pluviométrica anual de 1600 mm, tem forte concentração de chuvas nos meses de maio até setembro, conforme ilustra a figura 4. Assim, há uma notada necessidade de irrigação nos meses de outubro a fevereiro.

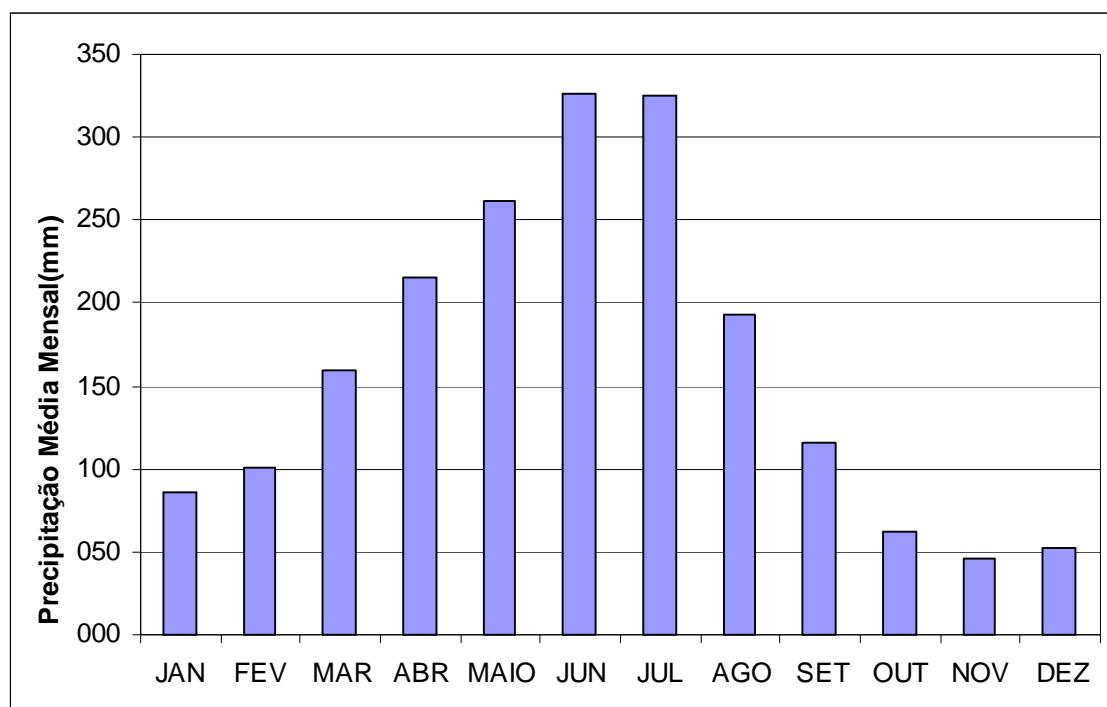


Figura 4. Chuvas médias mensais no Passo de Camaragibe.

A relação entre a aplicação de água (mm) e a produtividade do canavial é determinada pela função de produção. Para o estudo de caso escolheu-se a Fazenda Mata do Pilão localizada no município alagoano de Passo de Camaragibe, que possui registro de pluviometria diária (mm) e de produtividade anuais de cana de açúcar (tonelada/hectare). Esta informação foi gentilmente cedida pela **Central Açucareira Usina Santo Antônio**, proprietária da referida fazenda.

A figura abaixo apresenta a relação entre pluviometria anual (mm) *versus* produtividade de cana-de-açúcar (toneladas/hectare) para a Fazenda Mata do Pilão. Para efeito de cálculo, ajustaram-se os pontos por uma função polinomial de terceira ordem, apresentada na figura 5.

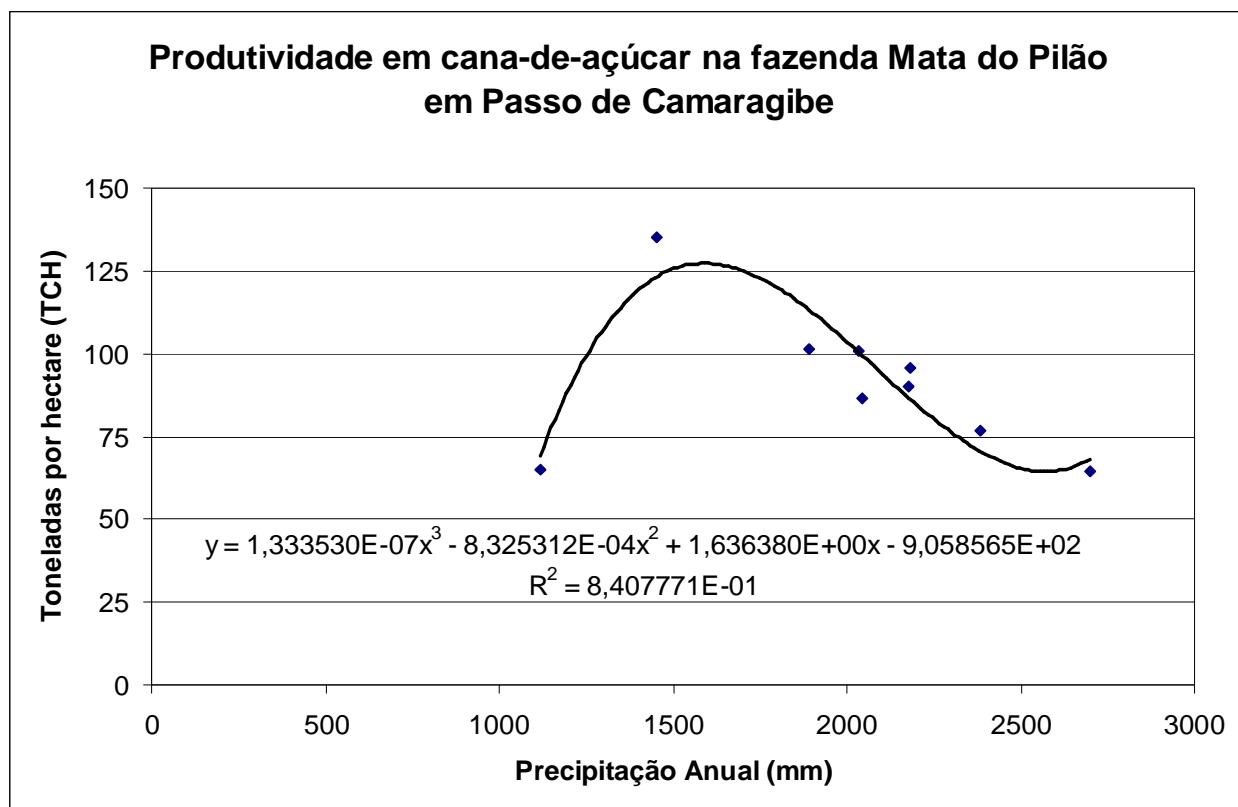


Figura 1. Função de produção de cana-de-açúcar

Para a situação atual em Passo do Camaragibe, o preço da tonelada da cana para venda (**PC**) é igual a R\$32/tonelada, o custo fixo com a produção (**CF**) é de R\$ 1.114/hectare, e o custo variável com a produção (**CV**) é de R\$ 9,09/tonelada. Isto posto, a tabela 3 apresenta os cálculos para o estabelecimento da receita líquida máxima para cada quantidade de ofertada de água, conforme definidos pelas equações 1 e 2.

Tabela 3. Maximização da receita líquida pela variação da oferta de água

Preço (P_w) (R\$/m ³)	$P_w/(PC-CV)$ Ton/m ³	Q (mm)	Y (interpolada) ton/hectare	$\frac{\partial Y}{\partial Q}$ TCH/P(mm)	Y ^a (ton/hectare)	RL (R\$/hectare)
0,000	0,0000	1000	31,29	0,03713	121,1	1661,5
0,050	0,0022	1025	40,30	0,03499	119,1	1544,3
0,100	0,0044	1050	48,79	0,03291	116,7	1421,9
0,150	0,0065	1075	56,76	0,03087	113,9	1293,8
0,200	0,0087	1100	64,22	0,02888	110,8	1159,8
0,250	0,0109	1125	71,19	0,02694	107,3	1019,7
0,300	0,0131	1150	77,69	0,02506	105,3	913,4
0,350	0,0153	1175	83,72	0,02322	100,5	747,5
0,400	0,0175	1200	89,30	0,02143	99,1	657,3
0,450	0,0196	1225	94,43	0,01969	94,4	498,1
0,500	0,0218	1250	99,14	0,01801	92,5	396,5
0,550	0,0240	1275	103,43	0,01637	80,2	71,9
0,600	0,0262	1300	107,32	0,01478	79,2	2,2
0,650	0,0284	1325	110,82	0,01324	77,7	-81,6

^a Valor calculado no ponto onde a derivada da função de produção se igual a razão $P_w/(PC-CV)$.

Com a maximização da receita podemos relacionar a variação do preço da água com a demanda da água para irrigação. Ou melhor, definir a lâmina (mm ou m³/hectare) a ser aplicada considerando diferentes preços da água. A figura 5 apresenta este resultado, sendo ela mesma a *curva de demanda pela água para a irrigação do canavial*.

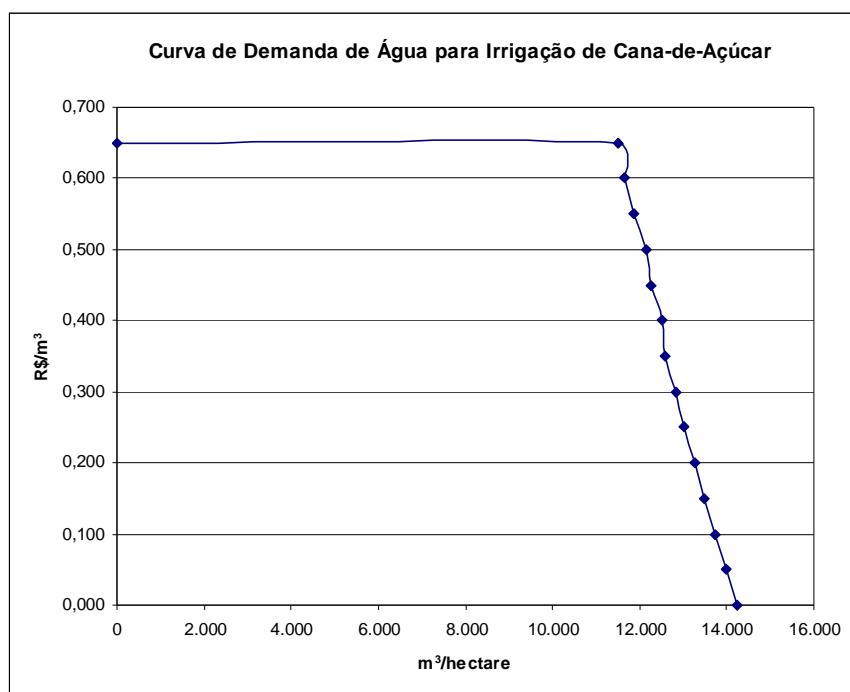


Figura 5. Curva de demanda pela água para a irrigação do canavial.

4. CONCLUSÃO E DISCUSSÕES

A metodologia aplicada estabeleceu a curva de demanda pela água para a irrigação do canavial para os preços atuais do setor e mostra que preços superiores a R\$0,65/m³ anulam completamente o benefício da irrigação, zerando a receita líquida. Para águas com custo zero, a demanda seria de cerca 14.400 m³/hectare. Observa-se que na tabela 3 a **RL** é de R\$ 1.661,50/hectare para águas com custo zero e cai para R\$ 657/hectare para uma água com preço de R\$0,40/m³. Evidentemente, esse nível de receita líquida (**RL**) ainda que positivo, já desencorajaria o produtor tendo em vista o custo de oportunidade de outras atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

James, L.D., Lee, R.R (1971) Economics of water resources planning. McGraw-Hill.

CETESB (2008). Água na Indústria da Cana-de-açúcar. CETESB.

Friedman, M (1976). Teoria de los precios. Editora Altaya.