

# ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE UMA ADUTORA DE VINHAÇA

*Francisco José Albuquerque Marques<sup>1</sup>, Vera Núbia Carvalho de Farias<sup>2</sup>, Victor Cantalice de Souza<sup>3</sup> e Valmir de Albuquerque Pedrosa<sup>4</sup>.*

**RESUMO** --- Este estudo avalia a viabilidade econômica da implantação de uma adutora de vinhaça com a finalidade de fertirrigação de canaviais, usando como fonte de energia a eletricidade gerada na própria indústria em substituição ao transporte da vinhaça por caminhões, disponibilizando água e nutrientes contidos na vinhaça para a cultura. Foram feitos levantamentos topográficos, análises químicas da vinhaça, cálculos hidráulicos e levantamento de preços de equipamentos e obras civis, através da determinação das receitas e despesas fizeram-se os cálculos do Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Pay Back Descontado, que são os principais parâmetros de análise financeira, verificou-se que o projeto estudado apresentou viabilidade.

**ABSTRACT** --- This work evaluates the economic viability of a vinasse implantation of pipe transportation to irrigate the sugarcane plantation, using as source of power, the electricity generated from the sugar mill industry, the water supply pipe will replace the truck transportation, and it will provide water and nutrients to the plantation. The topographic data, chemical analyses of the vinasse, hydraulic calculation and price research of the works and equipment expenses was gathered. The methodology was based on the determination of the Net Present Value (NPV), the Internal Interest Rate (IRR) and the Pay Back, which are the main parameters of financial analyses. The present project was verified to have a high viability.

**Palavras-chave:** Fertirrigação, Adutora e Análise Financeira.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Recursos Hídricos, PPGRHS/UFAL, E-mail: [sslages@uol.com.br](mailto:sslages@uol.com.br)

<sup>2</sup> Mestranda em Recursos Hídricos, PPGRHS/UFAL, E-mail: [veranubia@gmail.com](mailto:veranubia@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestrando em Recursos Hídricos, PPGRHS/UFAL, E-mail: [victorcantalice22@yahoo.com.br](mailto:victorcantalice22@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil /CTEC/UFAL, CCT, E-mail: [ppgrhs@yahoo.com](mailto:ppgrhs@yahoo.com)

## **1 - INTRODUÇÃO**

O Brasil devido a sua extensão territorial, grande disponibilidade de terras agricultáveis e sendo o país líder em tecnologia para a fabricação de biocombustíveis, tem aberto novas fronteiras agrícolas para o cultivo de cana-de-açúcar, razão pela qual há um incremento de tecnologias de produção como a irrigação, por exemplo, aumentando com isso o uso consuntivo dos já escassos recursos hídricos, motivos que levam ao estudo do desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas tecnologias para o uso racional de efluentes líquidos como a vinhaça, dentre elas a fertirrigação, que visa substituir parcialmente a irrigação tradicional, fornecer nutrientes as plantas e racionalizar o suprimento de água para irrigação.

A vinhaça ou vinhoto é o efluente resultante da fabricação do álcool etílico após a fermentação do mosto e a destilação do vinho, apresenta como principais constituintes água, potássio, cálcio e matéria orgânica, sendo usualmente utilizada nas adubações de cana-de-açúcar, podendo fornecer parte da demanda da planta por água e todo o potássio exigido pela cultura. De acordo com a origem da vinhaça as concentrações dos elementos podem variar, devendo-se realizar análise química antes de sua aplicação.

De acordo com Glória et al (1976), a composição química da vinhaça de mosto de melaço tem alta concentração de potássio, micronutrientes e matéria orgânica; O que é confirmado por Rodella et al (1980), que salienta sua alta DBO (28.000 mg/l) corroborando seu poder poluente. No Brasil, país pioneiro no domínio da tecnologia de produção de etanol, segundo dados do IBGE (2008), de 2004 a 2005 houve um crescimento da produção de álcool na ordem de 7,6%, bem acima da média da indústria nacional, esse incremento tende a continuar por mais alguns anos até se estabilizar. No Nordeste a cultura usada para a produção de álcool etílico (cana de açúcar) representa 14% da economia local, sendo que em Alagoas a participação é de 26% (SINDAÇUCAR-AL, 2007).

## **2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O presente projeto será realizado em área pertencente à Usina Santo Antônio, localizada na região denominada de Tabuleiros Costeiros, município de São Luís do Quitunde, inserida na bacia do Rio Quitunde, Alagoas, situada na latitude de 09°19'04,8'' sul e 35°33'40'' de longitude oeste, e altitude média de 67 metros.

A área de estudo dista aproximadamente 15 km do oceano, situada na região litorânea da Zona da Mata Alagoana, onde predomina a cultura canavieira, fazendo parte de várias propriedades agrícolas da Usina Santo Antônio S/A. O solo da área experimental é um latossolo amarelo coeso distrófico, com relevo plano (Embrapa, 1999).

### **3 - MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram feitos levantamentos de dados topográficos (planimétricos e altimétricos), analisou-se a vinhaça quanto ao teor de água e nutrientes, quando se fez a determinação da quantidade de vinhaça a ser aduzida de acordo com a Portaria que instituiu a Norma CETESB P.4321 no Estado de São Paulo, visto que ha uma ausência de Legislação Estadual específica em Alagoas, a referida Norma dispõe sobre a quantidade de vinhaça aplicada no solo de acordo com a sua composição. Para o cálculo do volume de vinhaça a ser aduzido foram feitas as seguintes considerações:

- A Norma CETESB P.4321 dispõe sobre os limites da aplicação de vinhaça, de acordo com os seguintes parâmetros:
- O potássio é o elemento químico em maior abundância na vinhaça, portanto, é o fator limitante para o uso do efluente como fertilizante;
- O teor de potássio aplicado não pode ultrapassar 5% da capacidade de troca catiônica do solo (CTC);
- Após atingir o limite de 5 % da capacidade de troca catiônica do solo, o teor de potássio aplicado deve se manter em 185 Kg de óxido de potássio ( $K_2O$ ) por hectare por ano, quantidade que a cultura da cana-de-açúcar extrai anualmente do solo, limitando-se a reposição a mesma quantidade da extração.

#### **3.1 – DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA**

No dimensionamento da adutora considerou-se no cálculo do volume de vinhaça, a máxima quantidade de potássio extraída do solo pela cultura que equivale a 185 kg de  $K_2O$ /ha/ano.

Após as análises químicas da vinhaça verificou-se que a média de óxido de potássio contida na vinhaça da indústria é de 1,64 Kg de  $K_2O/m^3$ , como a recomendação de aplicação máxima na portaria CETESB P.4321 é de 185 kg de óxido de potássio ( $K_2O$ ) por hectare por ano, o volume de vinhaça a ser aplicado será determinado pela equação 1:

$$V = Q_p \div Q_k \quad (1)$$

Onde:

V - volume de vinhaça a ser aplicado por hectare por ano de acordo com a portaria CETESB P.4321 ( $m^3/ha/ano$ );

$Q_p$  - quantidade de potássio permitida pela portaria P.4321 (Kg de  $K_2O/ha/ano$ );

$Q_k$  - quantidade de potássio na vinhaça da indústria (Kg de  $K_2O/m^3$ ).

Donde:

$$V = 185 \text{ kg de } K_2O/ha/ano \div 1,64 \text{ Kg de } K_2O/m^3$$

$$V = 113 \text{ m}^3 \text{ de vinhaça/ha/ano (+ 12 mm)}$$

Considerando as perdas do sistema de irrigação (sistema carretel) da ordem de 25%, o volume de vinhaça aduzido de acordo com a equação 2 será:

$$V_f = V + 25\% V \quad (2)$$

Onde:

$V_f$  – volume final de vinhaça a ser aplicado por hectare, considerando as perdas do sistema de fertirrigação na ordem de 25% ( $m^3/ha/ano$ );

V – volume de vinhaça a ser aplicado por hectare de acordo com a portaria CETESB P.4321 ( $m^3/ha/ano$ );

$$V_f = 113 + 28,25$$

$$V_f = 141,25 \text{ m}^3 \text{ de vinhaça/hectare/ano.}$$

A área a ser irrigada é de 2.381,66 hectares, portanto o volume total a ser aduzido será:

$141,25 \text{ m}^3 \text{ de vinhaça/ha} \times 2.381,66 \text{ hectares} = 336.409,47 \text{ m}^3$  para irrigar a área total.

A destilaria produz  $4.270 \text{ m}^3$ /dia, portanto, o volume demandado para fertirrigar a área do projeto corresponde a aproximadamente 79 dias de produção da destilaria.

## Calculo da vazão contínua do projeto

Conforme calculado a lâmina líquida de vinhaça por hectare é de 11,3 mm ou ± 12 mm, pois a indústria quer trabalhar com alguma folga no volume de vinhaça aduzida visto que a área fertirrigada vai ser ampliada.

A eficiência adotada na condução da vinhaça no sistema pressurizado (adutora) é de 100% e de acordo com o fabricante, as perdas no sistema de irrigação por aspersão (sistema carretel) são de 25%, portanto a lâmina bruta considerando as perdas de 25% é de 15 mm (12 mm + 25% de perdas).

Logo a vazão demandada para os 2.381,66 hectares durante 92 dias por ano e trabalhando em turnos de 20 horas por dia é:

$$15 \text{ mm} \times 10.000 \text{ l} \times 2.381,66 \text{ ha} \div 92 \text{ dias} \div 20 \text{ horas} = 194 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Cálculo da velocidade

Em relação ao diâmetro da adutora e em acordo com a disponibilidade de tubos comerciais optou-se pelo diâmetro de 350 mm.

Equação 3 – Equação da continuidade:

$$Q = V \cdot A \quad (3)$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Sendo:

Q - vazão

V – velocidade

A - área

D - diâmetro da adutora

A vazão e o diâmetro devem ser convertidos para o SI (sistema internacional):

$$Q = 194 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 194 \div 3.600 \text{ s} = 0,05388 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 35 \text{ mm} \text{ ou } 0,35 \text{ m}$$

$$V = \frac{0,05388}{[3,141516 \times (0,35)^2] \div 4}$$

$$V = 0,56 \text{ m/s}$$

## Cálculo da Perda de Carga Distribuída

Equação 4 - Equação de Darcy-Weisbach ou fórmula universal da perda de carga:

$$\Delta H = C_f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Onde:

$\Delta H$  – Perda de carga

$C_f$  - coeficiente de atrito ou fator de resistência

$L$  - comprimento da tubulação (m)

$D$  - diâmetro da tubulação (m)

$v$  - velocidade média do escoamento (m/s)

$g$  – constante da aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Cálculo da área (A) de acordo com a equação 5:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (5)$$

$$A = \frac{\pi \cdot (0,35)^2}{4}$$

$$A = 0,096209 \text{ m}^2$$

$$V = 0,56 \text{ m/s}$$

Para o cálculo do  $C_f$  tem-se a equação 6, onde:

$$C_f = \frac{0,25}{[\log(\frac{\epsilon}{3,7 D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})]^2} \quad (6)$$

Em que:

$\epsilon$  = rugosidade absoluta do material do duto em mm (nesse caso, aço ou ferro galvanizado = 0,15 mm ou  $0,15 \times 10^{-3}$ );

$Re$  - número de Reynolds, número adimensional, que é o parâmetro que indica o regime do escoamento, determinado através da equação 7 demonstrada abaixo:

$$Re = \frac{u \cdot D_h}{\nu} \quad (7)$$

Onde:  $u$  = velocidade média (0,56 m/s);  $D_h$  = diâmetro interno da adutora (área/perímetro);  $\nu$  = viscosidade cinemática a 20°C ( $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

O diâmetro interno é representado pela equação 8, demonstrada abaixo:

$$D_h = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}} \quad (8)$$

Onde o Perímetro (P) é definido na equação 9, a seguir:

$$(P) = 2 \cdot \pi \cdot r \quad (9)$$

Sendo  $r$  o raio do duto;

$$\text{Diâmetro (D)} = 0,35 \text{ mm} \quad \therefore r = D \div 2$$

$$r = 0,35 \div 2$$

$$r = 0,175 \text{ m}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,175$$

$$P = 1,09953 \text{ m}$$

$$D_h = \frac{0,096209}{1,09953}$$

$$D_h = 0,0875$$

$$Re = \frac{0,56 \times 0,0875}{1,01 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 48.514,8515$$

$$Re = 48.514,8515$$

$$\text{Logo, } C_f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{0,15 \times 10^{-3}}{3,7 \times 0,35} + \frac{5,74}{(48.514,85)^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$C_f = 0,022496$$

$$\Delta H = C_f \cdot \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H = 0,022496 \times \frac{10964}{0,35} \times \frac{(0,56)^2}{2 \times 9,81}$$

$$\Delta H = 11,26 \text{ m}$$

Estimaram-se as perdas de cargas localizadas como sendo 20% das perdas contínuas, devido à ausência de dados das conexões.

$$\text{Perdas de carga localizadas } (\Delta H_{\text{loc}}) = 20\% \times 11,26 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{loc}} = 2,252 \text{ m}$$

### **Cálculo das perdas de cargas totais**

De acordo com a equação 10, as perdas de cargas totais são:

Perdas de cargas totais = perdas de cargas contínuas + perdas de cargas localizadas;

$$\Delta H_{\text{Total}} = \Delta H_{\text{cont}} + \Delta H_{\text{loc}} \quad (10)$$

$$\Delta H_{\text{Total}} = 11,26 \text{ m} + 2,252 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{Total}} = 13,51 \text{ m}$$

### **Cálculo da altura manométrica total**

A adutora inicia no reservatório de vinhaça ao lado da destilaria tendo como cota 16,86 metros e termina no local onde vai ser construído o reservatório para distribuição da vinhaça na lavoura, que se situa na maior cota da área a ser fertirrigada aos 100,64 metros. A altura manométrica será determinada pela equação 11, mostrada abaixo:

$$H_m = H_g + \Delta H$$

Em que:

$H_m$  - altura manométrica total

$H_g$  - desnível (Cota 100,64 m – 16,86 m = 83,78m);

$\Delta H$  - perda de carga total (13,51 m);

$$H_m = 83,78 \text{ m} + 13,51 \text{ m}$$

$$H_m = 97,29 \text{ m}$$

### **Cálculo da potência Exigida**

A equação 12 abaixo define a obtenção da potência exigida:

$$P_H = s \cdot g \cdot Q \cdot H_m \quad (12)$$

Sendo:



PH - potência exigida em Watts

S – densidade absoluta da água ( $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ );

g - constante da aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m/s}^2$ );

Q - vazão ( $0,05388 \text{ m}^3/\text{s}$ );

Hm - altura manométrica total ( $97,29 \text{ m}$ ).

$$PH = 1000 \times 9,81 \times 0,05388 \times 97,29$$

$$PH = 51423,87 \text{ Watts ou } PH = 69,96 \text{ CV}$$

### **Cálculo da potência da bomba de acordo com o rendimento**

Considerando-se um rendimento de 77% a Potência da bomba (Pb) será obtida pela equação 13:

$$Pb = \text{potência exigida (PH)} \div \text{rendimento} \quad (13)$$

$$Pb = 51423,87 \text{ W} \div (77 \div 100)$$

$$Pb = 66784,25 \text{ W}$$

$$Pb = 66784,25 \text{ W} \div 735$$

$$Pb = 90,86 \text{ CV}$$

Motor elétrico disponível no mercado ou potência a ser instalada:

Motor WEG com rendimento de 90%;

A potência a ser instalada (P) será calculada de acordo com a equação 14:

$$P = \frac{Pb}{R} \quad (14)$$

Sendo:

Pb – potência da bomba;

R – rendimento do motor elétrico.

$$P = \frac{90,86}{90 \div 100}$$

$$90 \div 100$$

$$P = 100,96 \text{ CV}$$

Motor recomendado (disponível no mercado): 110 C.V.

### **3.2 Investimentos em obras e equipamentos**

Os investimentos em maquinário, materiais elétricos, equipamentos e materiais de construção foram orçados através de três cotações de preços recebidas de três fornecedores diferentes já com frete incluso, tomando como base o menor preço encontrado. Os custos de mão de obra das obras civis foram orçados pelos preços do mercado regional, segundo o Sindicato da Construção Civil de Alagoas. A tabela 1 apresenta o resumo dos investimentos.

Tabela 1- Resumo dos investimentos

Item	Especificação	Valor Equip. (R\$)	Valor Infra-estrutura (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Moto bombas estacionárias	45.000,00	0	45.000,00
2	Válvulas e acessórios	1.300,00	0	1.300,00
3	Material das adutoras	0	1.592.860,00	1.592.860,00
4	Material elétrico	0	232.000,00	232.000,00
5	Obras civis	0	33.005,00	33.005,00
	Total	46.300,00	1.857.865,00	1.904.165,00
	Área irrigada (ha)	2.381,66	2.381,66	2.381,66
	Investimento unitário (R\$/ha)	19,44	780,07	799,51

### 3.3 Análise econômico-financeira

O cenário estudado contempla um investimento feito com a aplicação de capital próprio e taxa mínima de atratividade (remuneração do capital investido) de 10% ao ano, usando como custo a tarifa de geração de energia pela própria indústria (cogeração) que custa 145,00 MW/hora, e um prazo de pagamento do financiamento de 10 anos, sem período de carência, com o início do pagamento a partir do primeiro ano.

#### 3.3.1 Custos Fixos

##### Depreciação

A depreciação anual é estimada através da equação 15, abaixo:

$$\text{Depreciação anual} = (\text{VTI} - (\text{VTI} \times \text{VR}/100)) \div D$$

Onde:

VTI = valor total do item (R\$);

VR = valor residual (%);

D = Duração (anos).

Tabela 2 – Depreciação anual

Item	Especificação	Valor do item	Valor residual %	Duração (anos)	Depreciação anual (R\$)
1	Motobomba elétrica	45.000,00	10	20	2.025,00
2	Válvulas/acessórios	1.300,00	10	15	78,00
3	Material da adutora	1.592.860,00	10	20	71.678,70
4	Material elétrico	232.000,00	15	25	7.888,00
5	Obras civis	33.005,00	0	25	1.320,20
	Valor total				82.989,90

### Manutenção

A taxa de manutenção adotada foi de 2% ao ano.

### Juros anuais de acordo com o cenário proposto

O investimento considera uma taxa mínima de atratividade (taxa de retorno do capital investido) de 10% ao ano, portanto os juros anuais sobre o capital investido (R\$1.904.165,00) correspondem a R\$ 190.416,50.

Tabela 3 – Resumo dos custos fixos

Item	Especificação	Valor (R\$)
1	Depreciação anual	82.989,90
2	Manutenção anual	38.083,30
3	Juros anuais	190.416,50
	Total dos custos fixos anuais	311.489,70

### 3.3.2 Custos Variáveis

Os custos anuais com mão de obra resumem-se aos custos com um encarregado e três operadores de motobomba, conforme demonstrado na tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Custos com mão de obra

Custo anual com o encarregado (R\$)	59.130,00
Custo anual com os operadores de motobomba (R\$)	12.144,00
Custo total anual com mão de obra (R\$)	71.274,00

### Custo com Energia Elétrica

A adutora funcionará em um período sazonal, durante a safra (colheita) da cana-de-açúcar que ocorre no período de estiagem, quando há um conseqüente déficit hídrico

e disponibilidade de energia elétrica gerada na própria destilaria através da combustão do bagaço de cana , operando durante 92 dias consecutivos nos meses de outubro, novembro e dezembro. O turno de funcionamento é de 20 horas por dia, em um regime de 02 turnos de 7 horas e um de 6.

Preço da tarifa da energia elétrica – R\$ 145,00 MWh

Transformando em kWh =  $145,00 \div 1000 = \text{R\$ } 0,145 \text{ kWh}$

Potência instalada – 110 CV

Consumo = Potência (CV) x 0,736 x Período (dias) x turno (h) x 0,75

Logo: Consumo =  $110 \times 0,736 \times 92 \times 20 \times 0,75$

Consumo = 111.846,2 kWh

Custo Total (R\$) = consumo (kWh) x preço da tarifa (R\$)

Custo Total =  $111.846,2 \times 0,145$

Custo Total = 16.217,70 (Despesa total com energia elétrica)

Tabela 5 – Resumo dos Custos variáveis

Item	Especificação	Valor (R\$)
1	Mão de obra (custo anual)	71.274,00
2	Energia elétrica (custo anual)	16.200,10
	Total dos custos variáveis anuais	87.474,10

### 3.3.3 Receitas

#### Receitas diretas

O rendimento em açúcares totais recuperáveis (ATR) por tonelada de cana é de 135 kg, sendo produzidos 2,5 sacos de 50 kilos de açúcar por tonelada de cana processada na indústria ou 85 litros de etanol. Sem a adutora a indústria transporta a vinhaça por caminhões fertirrigando uma área de 2.270,4 hectares, após a implantação da adutora haverá um acréscimo de área de 111,26 hectares o que proporcionará um aumento de receita conforme discriminado abaixo.

$111,26 \text{ ha} \times 86,84 \text{ toneladas de cana/ha/ano produzidas} = 9.661,82 \text{ toneladas de cana}$

$9.661,82 \text{ ton} \times 2,5 \text{ sacos de açúcar por tonelada} = 24.154,55 \text{ sacos}$

24.154,55 sacos x R\$ 44,00/saco = R\$ 1.062.800,20 de receita adicional

As receitas diretas são relacionadas com o aumento de produção proporcionado pela fertirrigação na área plantada a mais e são da ordem de R\$ 1.062.800,20.

### **Receitas indiretas**

A tabela 6 apresenta o custo mensal despendido pela destilaria com o transporte de vinhaça por meio de caminhões, que seria eliminado com a implantação da adutora.

Tabela 6 - Despesas mensais com transporte de vinhaça

<b>Mês</b>	<b>Despesa (R\$)</b>
Setembro\08	164.666,00
Outubro\08	182.377,00
Novembro\08	145.317,00
Dezembro\08	155.351,00
Janeiro\09	157.866,00
Fevereiro\09	108.279,00
Março\09	138.608,00
Média mensal	150.352,00
Total da safra	1.202.816,00

Fonte: Usina Stº Antônio S/A

Os custos com adubação, tratos culturais e arrendamento de terras, foram obtidos de dados reais da Usina Santo Antônio S/A da safra 2008/2009.

Tabela 7 – Resumo das receitas indiretas

<b>Receitas indiretas anuais</b>	
Redução do custo da adubação (R\$)	36.548,91
Aumento do número de cortes (R\$)	252.810,53
Redução do custo do Frete (R\$)	38.647,28
Redução da área plantada (R\$)	146.720,00
Redução do custo de arrendamento (R\$)	66.220,00
Receita com a eliminação da despesa do transporte de vinhaça por caminhões (R\$)	1.202.816,00
Total das receitas indiretas anuais (R\$)	1.743.762,72

A receita total obtida pelo somatório das receitas diretas e indiretas foi R\$ 2.806.562,92. Subtraindo-se os custos, ficou uma receita líquida da ordem de R\$ 2.407.599,12; Projetou-se o fluxo de caixa livre (descontados os 10% ao ano da TMA) para um horizonte de financiamento de 10 anos, e calculou-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL) e o PAYBACK DESCONTADO, quando através dos critérios definidos se avaliou a viabilidade econômico-financeira do projeto estudado, seguindo as recomendações de ABREU FILHO et al. (2007).

### **Definições:**

**Taxa Mínima de Atratividade (TMA) ou Custo de Oportunidade:** é o percentual de retorno mínimo exigido pelo investidor que remunera o capital investido.

**Valor presente líquido (VPL):** valor - custo, onde:

Valor =  $\sum$  dos valores presentes positivos do fluxo de caixa;

Custo =  $\sum$  dos valores presentes negativos no fluxo de caixa;

- Usa-se a TMA como taxa de juros para trazer o fluxo de caixa para o valor presente;
- O VPL mede o lucro em valores absolutos.

**Taxa interna de retorno (TIR):** é aquela que faz o VPL = 0. É a rentabilidade em percentual obtida pelo projeto.

Na análise financeira considerar-se-ão os seguintes critérios:

VPL > 0 – o projeto é viável economicamente (projeto atrativo);

VPL < 0 – o projeto não é viável economicamente;

TIR > TMA – o projeto é atrativo;

TIR < TMA – projeto não é atrativo.

**PAY BACK DESCONTADO:** Verifica o prazo de retorno do investimento, considerando uma taxa de desconto (no caso a TMA) para trazer os valores futuros do fluxo de caixa para o valor presente.

No presente estudo dispondo dos dados das receitas líquidas anuais, considerando-se um horizonte de 10 anos de financiamento para a montagem do fluxo de caixa, utilizou-se a calculadora financeira HP12C para a determinação da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL), que foram 126% e R\$ 12.889.488,62 respectivamente, o que de acordo com os critérios adotados demonstra uma alta viabilidade financeira.

Tabela 8 – CÁLCULO DO PAY BACK DESCONTADO

Ano	Investimento (R\$)	Receita líquida (R\$)	Juros (R\$)	Amortização (R\$)	Valor da dívida (R\$)	Saldo (R\$)
0	(1.904.165,00)	-	-	-	(1.904.165,00)	(1.904.165,00)
1	-	2.407.599,12	(190.416,50)	(2.217.182,62)	0	313.017,62
2	-	2.407.599,12	-	-	0	2.407.599,12

Pela metodologia do PAYBACK DESCONTADO, o projeto se paga no ano subsequente ao investimento inicial, ou seja, em 1 ano, o que corrobora com os resultados da TIR e do VPL, confirmando a alta viabilidade econômica do projeto.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área do projeto esta localizada na bacia hidrográfica do Rio Quitunde, onde as médias climatológicas de precipitação estão representadas na Figura 1, observa-se que o período chuvoso começa em março e termina em agosto, a quadra chuvosa tem início em abril e término em julho (colunas em cinza), e os meses mais secos vão de outubro até fevereiro, mostrando que apesar da precipitação acumulada no ano ser boa, há uma distribuição irregular das chuvas, o que salienta a necessidade de irrigação nos meses mais secos do ano, ocasião em que é feita a colheita da cana e a cultura necessita de água para rebrota.

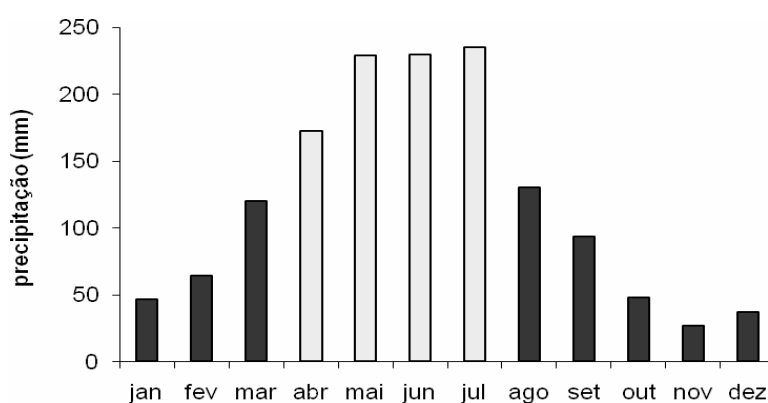


Figura 1 - Climatologia da Bacia Hidrográfica do Rio Quitunde

O presente estudo propicia informações relacionadas aos custos de implantação e operação de uma adutora de vinhaça em relação ao transporte tradicional feito por

caminhões, mantendo o foco do uso da vinhaça como fonte de água e nutrientes, salientando o uso racional do principal efluente industrial da produção de etanol.

## **5 – CONCLUSÕES**

A disposição da vinhaça através da fertirrigação é uma tecnologia que visa à utilização racional dos recursos hídricos, pois, ao mesmo tempo em que impede que ela seja descartada nos corpos hídricos, possibilita a oferta de água para as plantas e a fertilização dos solos agricultáveis, além da redução nos custos de produção. Avaliar a viabilidade econômica do transporte de vinhaça por duto com finalidade agrícola e redução de risco de acidente ambiental se faz necessário, a quantificação dos custos com o transporte convencional por caminhão e a comparação com a alternativa da adutora mostrou-se de grande valia.

Observou-se que a metodologia para análise da viabilidade econômica apresentou-se prática e eficiente, os resultados garantem um rápido retorno para o investimento, o que o torna altamente atrativo, inclusive para a climatologia da região, onde o regime de chuvas tem periodicidades bem definidas carecendo de água em boa parte do ano.

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro, segundo e o terceiro autores agradecem a Capes/Fapeal pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para realização desta pesquisa, também merece agradecimento a Usina Santo Antônio S/A facilitadora do presente estudo.

## **BIBLIOGRAFIA**

ABREU FILHO, José Carlos Franco de; PEREIRA DE SOUZA, Cristóvão; GONÇALVES, Danilo Amerio; CURY, M.V.Q. Finanças Corporativas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

EMBRAPA. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 412 p.

GLÓRIA, N. A. da. Emprego de vinhaça para fertilização. Piracicaba, CODISTIL, 1976.



GONÇALVES, Danilo Amerio; CURY, M.V.Q. Finanças Corporativas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

RODELLA, A.A; PARAZZI, C.; CARDOSO, A.C.P. 1980, “Composição da Vinhaça”, Brasil Açucareiro, 96 (1): 25-33.

**Documentos Eletrônicos:**

CETESB, São Paulo. CETESB Norma P.4321. São Paulo, 2005, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 03 de dezembro de 2005, retificada em 13 de dezembro de 2006. Disponível em:

<[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela\\_valores\\_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2008, 08:46:22.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 15 fev. 2009, 11:00:15.

Dados estatísticos do Sindaçucar, Al. Disponível em:

<<http://www.sindacucar-al.com.br/www/estatisticas.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2009, 12:05:17.