

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

TRABALHO APRESENTADO POR: LETICIA ARACI NUNES SOARES

LOCAL DO ESTÁGIO: IAA - PLANALSUCAR - COONE

PERÍODO: 03.01. A 28.02.84

ORIENTADO POR: ARLINDO JOSE RODRIGUES

SUPERVISIONADO POR: FRANCISCO MONTE ALVERNE.

CAMPINA GRANDE - MARÇO DE 1984.



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é o resultado do estágio realizado na Coordenadoria Regional Nordeste (COONE) do PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR (PLANALSUCAR) durante o período: Janeiro/Fevereiro de 1984.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda Equipe de Engenheiros, Técnicos e Funcionários da Seção de Irrigação e Climatologia do IAA-PLANALSUCAR - COONE, pela colaboração e apoio dado durante o período de estágio.

ÍNDICE

| | Pag. |
|---|------|
| APRESENTAÇÃO | II |
| AGRADECIMENTOS | III |
| 1.0 INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1. PRODUÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA AGRO-INDÚSTRIA CANAVIEIRA | 01 |
| 1.2. SITUAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, ESPECI- FICAMENTE EM SÃO MIGUEL DOS CAMPOS | 02 |
| 1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO | 04 |
| 2.0 ESTUDOS REFERENTES A VINHAÇA | 06 |
| 2.1. PRODUTOS GERADOS POR UMA TONELADA DE CANA-DE-AÇÚCAR | 06 |
| 2.2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO | 06 |
| 2.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA | 07 |
| 2.4. VALOR FERTILIZANTE | 07 |
| 3.0 ASPECTOS GERAIS DO PROJETO DE FERTIR- RIGAÇÃO | 11 |
| 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA A SER IRRIGADA | 11 |
| 3.2. ESTUDOS BÁSICOS | 13 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.2.1. | TOPOGRÁFICOS | 13 |
| 3.2.2. | AGROCLIMÁTICOS | 13 |
| 3.2.3. | PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO | 16 |
| 3.2.4. | HIDROLÓGICOS | 16 |
| 4.0 | ENGENHARIA DO PROJETO | 19 |
| 4.1. | MÉTODO A SER ADOTADO | 20 |
| 4.2. | DESCRIÇÃO DO LAY-OUT | 20 |
| 4.2.1. | CÁLCULOS, CANAIS, DRENOS E BOMBAS | 24 |
| 4.3. | PARÂMETROS DE FERTIRRIGAÇÃO | 41 |
| 4.3.1. | DOSAGEM DO POTÁSSIO A SER APLICADO POR HECTARE | 41 |
| 4.3.2. | LÂMINA LÍQUIDA A SER APLICADA POR IRRIGAÇÃO | 42 |
| 4.3.3. | DOTAÇÃO DE REGA | 43 |
| 4.3.4. | NÚMERO DE ÁREAS FERTIRRIGADAS POR POSIÇÃO | 44 |
| 4.3.5. | TEMPO DE APLICAÇÃO POR POSIÇÃO | 44 |
| 4.3.6. | TEMPO TOTAL DE APLICAÇÃO POR POSIÇÃO | 44 |
| 4.3.7. | NÚMERO DE POSIÇÕES POR DIA | 44 |
| 4.3.8. | NÚMERO DE ÁREAS FERTIRRIGADAS POR DIA | 44 |
| 4.3.9. | FREQUÊNCIAS DE FERTIRRIGAÇÕES | 45 |
| 4.3.10. | NÚMERO TOTAL DE APLICAÇÕES POR ANO | 45 |
| 5.0 | OPERAÇÃO DO PROJETO | 46 |

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 6.0 | RELAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E OBRAS | 47 |
| 7.0 | CONCLUSÃO | 50 |
| 8.0 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

1.0. INTRODUÇÃO

1.1. PRODUÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA AGRO-INDUSTRIA CANAVIEIRA:

Com o aumento dos preços dos derivados do petróleo, no início da década de 1970, a preocupação do Brasil girou em torno de buscas de fontes alternativas de energia.

Como o álcool pode substituir, em parte, os derivados acima referidos surgiu o Programa Nacional do Álcool, que veio incentivar o aumento da produção de álcool no país, estimada em 10,70 bilhões de litros para o ano de 1985.

Devido ao aumento da produção de álcool, citada acima, ocorreu o surgimento de um grave problema: Encontrar destino para a vinhaça; principal resíduo da indústria alcooleira, cuja proporção média é aproximadamente 13 litros para cada litro de álcool produzido.

A vinhaça, até pouco tempo, era vista como um resíduo indesejável devido seu alto poder poluente, 5.000 e 16.000 ppm de DBO (demanda biológica de oxigênio) para a vinhaça proveniente da produção do álcool a partir do mosto do caldo e do melaço, respectivamente.

A vinhaça, atualmente, está sendo vista pela maioria das agro-indústrias canavieiras, como um sub

produto da fabricação do álcool, levando-se em consideração seus elevados teores de matéria orgânica e sais minerais, destacando-se o potássio. A matéria orgânica é fundamentalmente importante na recuperação dos solos, principalmente em áreas de baixa fertilidade, como as de cerrado, mantendo níveis de produtividade compatíveis com a economicidade desejada.

O potássio, importado em quase sua totalidade, é um elemento bastante carente em nossos solos, ocupando sempre a maior proporção nas formulações de adubo da cana-de-açúcar, visto que a extração deste elemento é cerca de 150 a 200 kg/ha/ciclo da cultura. Considerando estes aspectos, constata-se que estudos da utilização da vinhaça não devem visar unicamente a diminuição do problema da poluição, mas principalmente aproveitar o seu valor fertilizante, tendo a certeza de que a aplicação racional da vinhaça à cultura da cana-de-açúcar não criará outros sérios problemas de poluição ambiental.

Existem várias opções para a utilização da vinhaça. Quando empregada nas lavouras de cana-de-açúcar, substitui total ou parcialmente a adubação mineral de parte dos canaviais, sendo esta alternativa a mais utilizada pelos produtores. Nesse sentido, é importante o conhecimento da fertilidade do solo, assim como a composição química da vinhaça, para um aproveitamento racional do resíduo.

1.2. SITUAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, ESPECIFICAMENTE EM SÃO MIGUEL DOS CAMPOS:

A Usina Caeté com Destilaria anexa está situada no município de São Miguel dos Campos - AL, a 500 metros da cidade. Tem aproximadamente as seguintes coordenadas: Latitude - $09^{\circ}47'23''$ ao sul, Longitude - $36^{\circ}05'28''$ a Oeste de GREENWICH. Sua localização fica mais evidenciada no mapa em anexo.

A área do Projeto limita-se ao Norte com terras da própria Usina e com a Fazenda Pau Brasil, ao Sul e ao Leste com a BR-101 Sul e ao Oeste com terras da Usina.

A produção nominal de álcool da Destilaria é de $120 \text{ m}^3/\text{dia}$, o que corresponde a uma produção de vinhaça de aproximadamente $1800 \text{ m}^3/\text{dia}$, isto é, $75 \text{ m}^3/\text{hora}$. Entendendo-se que o período de moagem será de 150 dias, logo concluímos que a produção de vinhaça será de 270.000 m^3 .

No tocante as águas residuais da Destilaria quer sejam, água de lavagem, limpeza das dornas, das caldeiras, etc... um total de $165 \text{ m}^3/\text{hora}$ serão aplicados, ou seja, serão misturados a vinhaça, formando uma vazão total de $240 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Foi escolhida uma área da própria Usina, conhecida como Fazenda São João, com aproximadamente 1.177,5 ha, carentes em nutrientes, para se fertirrigar, tentando-se com isso diminuir os gastos com fertilizantes minerais, já que a vinhaça é um resíduo da própria indústria que substitui alguns nutrientes, tais como: Nitrogênio, Fósforo, Potássio (esse último em grande quantidade) além de outros.

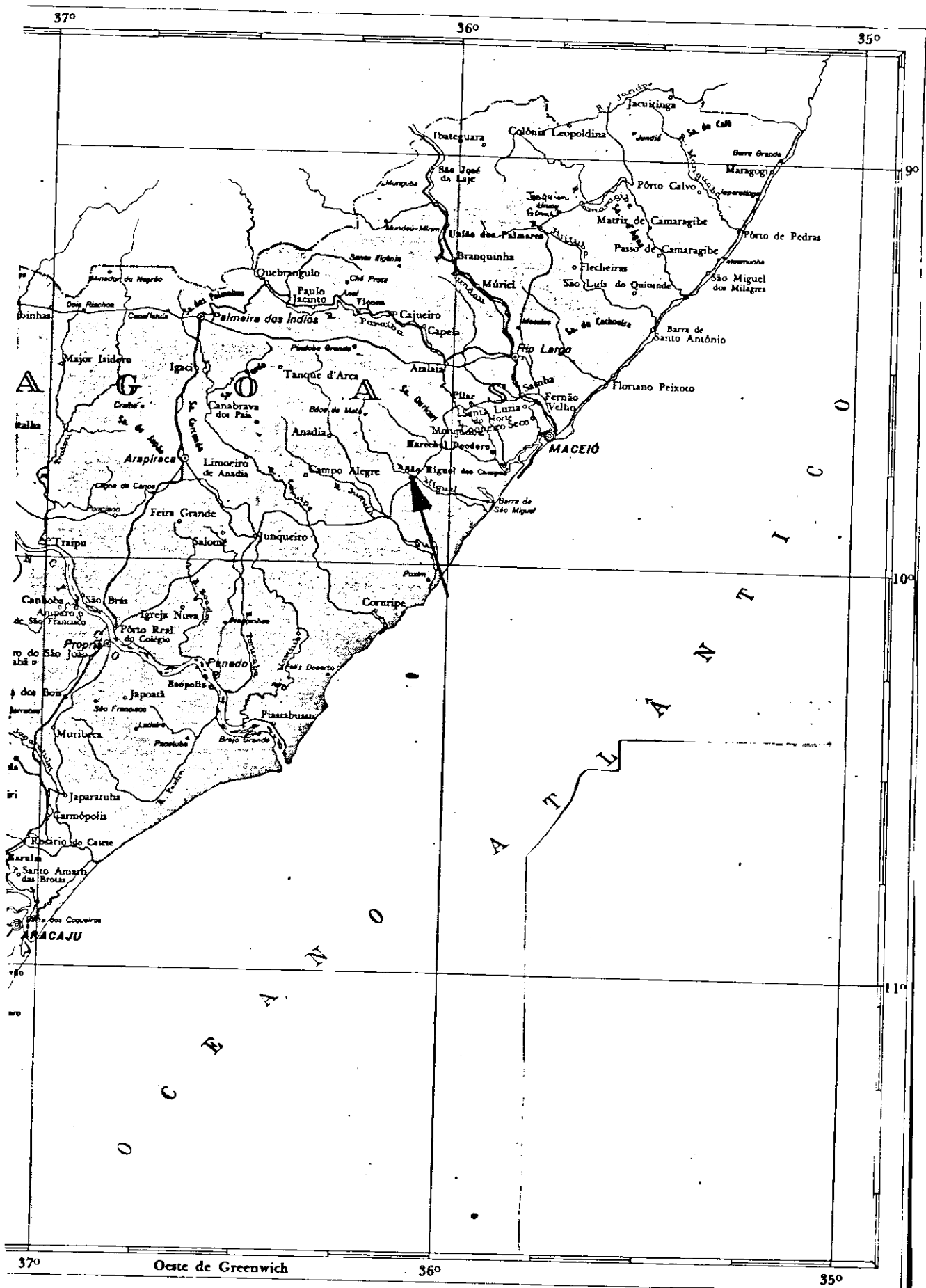
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO:

Estudar a viabilidade técnica do aproveitamento dos resíduos da produção de álcool através de fertilização para a situação referida no item anterior.

Para tal, o presente trabalho foi estruturado em duas partes, que são:

1º Parte: Estudos Referentes à Vinhaça

2º Parte: Aspectos Gerais do Projeto de fertilização.



2.0 ESTUDOS REFERENTES À VINHAÇA

2.1. PRODUTOS GERADOS POR UMA TONELADA DE CANA-DE-AÇÚCAR:

Mostraremos⁽¹⁾ a seguir, o Diagrama de funcionamento e os produtos gerados no processo fabril de uma Destilaria anexa a uma Usina de produção de açúcar. O referido diagrama apresenta desde o esmagamento da cana-de-açúcar até a obtenção da vinhaça.

2.2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO:

O valor nutritivo da vinhaça depende de uma série de fatores sendo que a natureza e origem da matéria prima utilizada para a fermentação e da condução do aparelho de destilação são os mais importantes.

A concentração da vinhaça varia em função da proporção dos componentes do mosto (caldo e melaço). Assim, quando aumenta a produção de açúcar, o mosto utilizado é mais rico em melaço, gerando vinhaça mais concentrada, e vice-versa.

Em função da natureza do mosto, a vinhaça classifica-se em:

1. Vinhaça do Mosto de Melaço:

Resultante de destilaria anexa, onde o mos

(1) O tratamento deve ser impessoal.

to utilizado é o melaço resultante da fabricação do açúcar.

2. Vinhaça do Mosto Misto:

Produzida por destilaria anexa, e a matéria-prima utilizada é uma mistura de melaço e caldo.

3. Vinhaça do Mosto do Caldo:

O mosto utilizado é o caldo, e é produzido por destilaria autônoma.

2.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA:

O teor de nutrientes da vinhaça pode ser constatado através da sua composição, variando em função da natureza do mosto. O Quadro 01., apresenta a composição média dos vários tipos de vinhaça.

2.4. VALOR FERTILIZANTE:

A vinhaça é um produto desbalanceado do ponto de vista fertilizante. Sua utilização deverá levar em consideração o tipo de solo, época e dose de aplicação, bem como possíveis complementações com outros fertilizantes.

De acordo com os valores médios do Quadro 01,

. Quadro 01: Composição Médias dos Vários Tipos de Vinhaça, segundo vários autores:

| ELEMENTO | TIPOS DE VINHAÇA (Kg/m ³) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | MOSTO DE MELAÇO | | | | MOSTO MISTO | | | | MOSTO DO CALDO | | | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (1) | (2) | (3) | (4) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| N | 0,57 | 0,79 | 0,70 | 0,60 | 0,48 | 0,43 | 0,36 | 0,33 | 0,28 | 0,35 | 0,26 | 0,25 |
| P ₂ O ₅ | 0,10 | 0,14 | 0,34 | 0,22 | 0,09 | 0,14 | 0,61 | 0,24 | 0,09 | 0,11 | 0,49 | 0,18 |
| K ₂ O | 3,95 | 5,50 | 7,59 | 5,08 | 3,34 | 2,61 | 2,59 | 2,18 | 1,29 | 1,15 | 1,72 | 1,94 |
| CaO | 1,85 | 2,25 | 2,41 | 2,10 | 1,33 | 1,46 | 0,57 | 0,84 | 0,13 | 0,76 | 0,17 | 0,56 |
| MgO | 0,98 | 1,02 | 1,40 | 0,84 | 0,58 | 0,52 | 0,54 | 0,33 | 0,21 | 0,30 | 0,41 | 0,33 |
| Cu | | 9 | 3 | 3 | | 57 | 2 | 4 | | 18 | 1 | 1 |
| PH | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 4,2 | 4,4 | 3,8 | 4,0 | 3,6 | 3,7 | 3,6 | 3,6 | 3,5 |
| SO ₄ | | | 1,05 | | | | 1,60 | | | | 2,03 | |
| MAT.ORGÂNICA | 37,30 | 56,90 | 54,68 | 47,40 | 28,97 | 45,10 | 31,67 | 19,10 | 22,31 | 34,70 | 25,24 | 15,30 |

FONTE: ORLANDO Fº, 1983

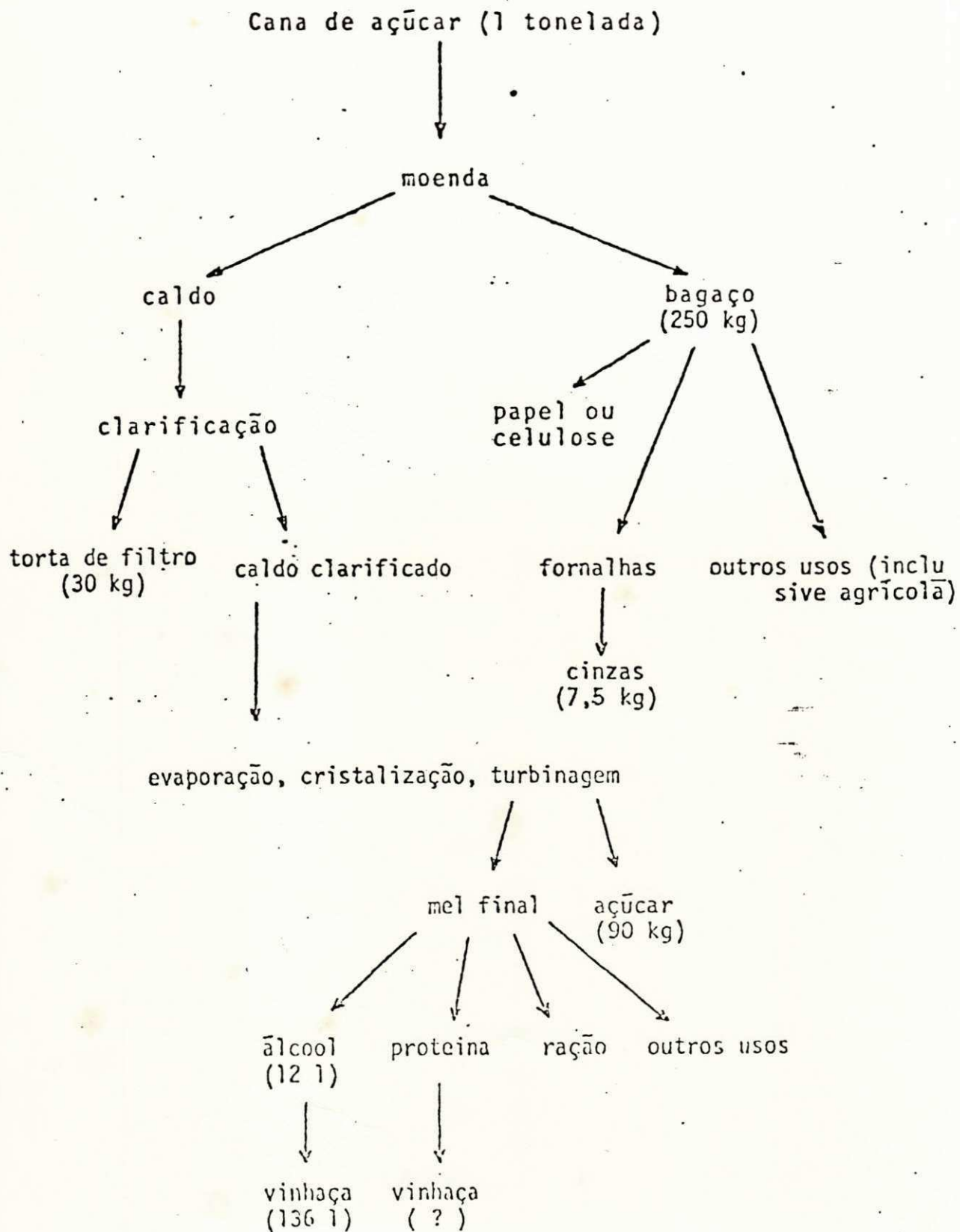
refere-se no Quadro 02 abaixo, equivalência de 1 m³ de diferentes tipos de vinhaça em Kg de fertilizantes minerais mais comuns (Uréia, Superfosfato-Triplo, Cloreto de Potássio).

.Quadro 02: Equivalência da Vinhaça com Fertilizantes Minerais.

| VINHAÇA | F E R T I L I Z A N T E (Kg/m ³) | | |
|-----------------|--|------------------------|------------------------|
| | URÉIA | SUPERFOSFATO TRIPLO | CLORETO DE POTÁSSIO |
| MOSTO DE MELAÇO | 1,89 | 0,33 | 9,58 |
| MOSTO MISTO | 1,20 | 0,31 | 5,87 |
| MOSTO DO CALDO | 0,69 | 0,29 | 2,02 |

FONTE: Orlando Fº, 1980

Produtos gerados por uma tonelada de cana de açúcar
(valores médios)



3.0 ASPECTOS GERAIS DO PROJETO DE FERTIRRIGAÇÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA A SER IRRIGADA:

A área do projeto compreende 1.087,5 ha, o que corresponde a área bruta irrigada, levando-se em consideração que a área correspondente a estradas, canais, correadores e drenos dá um total de 90 ha.

Segundo o Mapa de Reconhecimento dos Solos do Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuária do Ministério da Agricultura (1972), o solo é uma associação de LATOSSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO COESO + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO LATOSSÓLICO, ambos com textura argilosa, + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO com FRAGI ON, textura média/argilosa e proeminente floresta subperenófica. O relevo é plano e suavemente ondulado.

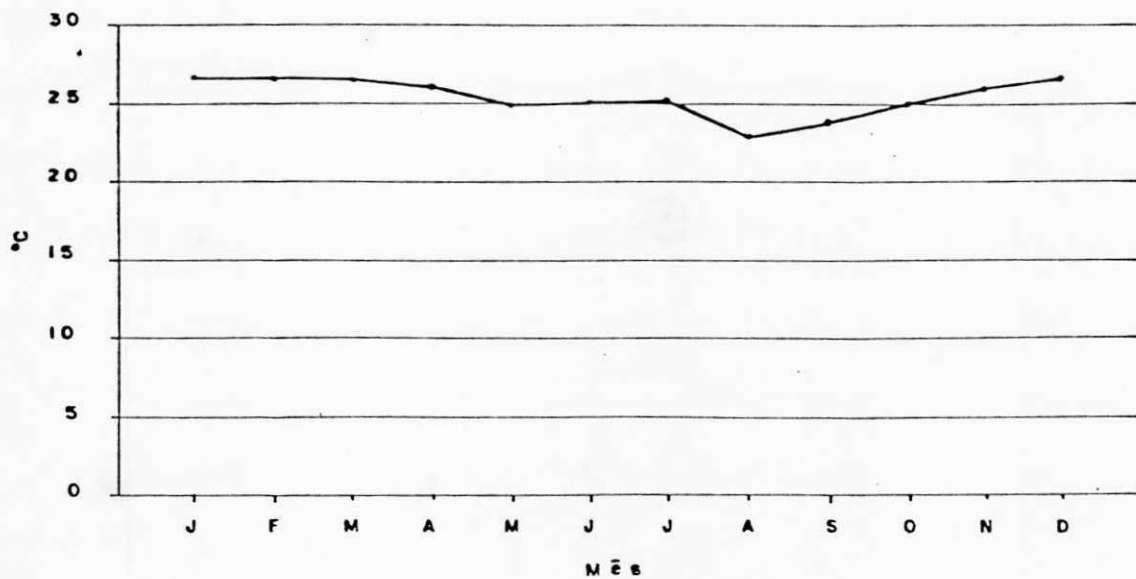
O clima da região, com base nos dados de São Miguel dos Campos, apresenta-se com temperaturas bastante elevadas, apresentando, também, certa uniformidade com relação ao regime térmico. Os meses mais frios coincidem com os meses mais chuvosos, entretanto não existe nenhum mês em que a média de temperatura seja inferior a 20°C. (Ver Figura 01).

Ocorre irregularidade na distribuição anual de precipitação pluviométrica. Os meses de maio, junho e julho são os mais chuvosos, ocorrendo 50% do total anual das chuvas, ou seja, aproximadamente 850 mm em 3 meses.

Figura 01.

TEMPERATURA DO AR MÉDIA MENSAL**SÃO MIGUEL DOS CAMPOS - AL**

Fonte: Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA - AL



O clima é do tipo mediterrâneo, quente com 6 a 8 meses de precipitação inferior a 150 mm, precipitação esta que seria o ideal para o perfeito desenvolvimento da cana-de-açúcar. (Ver Figura 02, EVAPOPLUVIOGRAMA)

A evapotranspiração máxima calculada pelo método do tanque Classe A, da região, assume um valor de 4,57 mm/dia.

3.2. ESTUDOS BÁSICOS:

3.2.1. TOPOGRÁFICOS:

A carta base para os estudos topográficos foi a aerofotogrametria da Cruzeiro do Sul, na escala de 1:25.000. Houve ampliação da mesma para a escala de 1:5.000, sobre a qual o projeto foi elaborado.

3.2.2. AGROCLIMATOLÓGICOS:

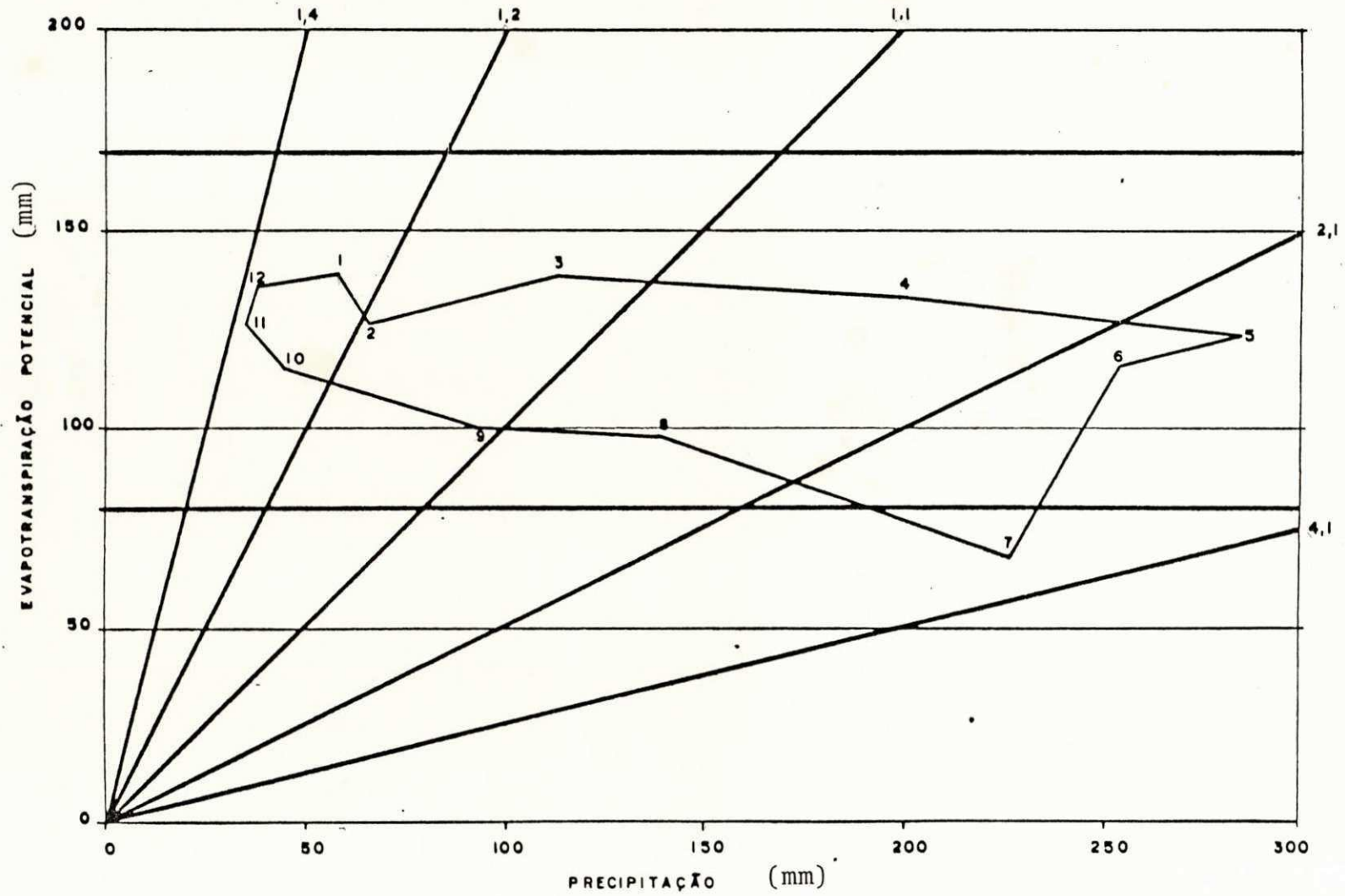
Os dados publicados no Quadro 03, foram obtidos da publicação Zoneamento Agro-Climático de Alagoas - Primeira Aproximação, cujos dados meteorológicos, vieram da Cidade de São Miguel dos Campos - AL. Pode ser verificado a partir do Quadro, acima citado, que ocorre excesso de umidade no período de maio/agosto e um déficit nos meses de setembro a abril.

Figura 02.

EVAPOPLUVIOGRAMA

SÃO MIGUEL DOS CAMPOS - AL

Fonte: Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA - AL



ESTADO DE ALAGOAS

.Quadro 03.

COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA - CEPA/AL

- BALANÇO HIDRICO -

MUNICÍPIO - S. Miguel dos Campos
 ALTITUDE - 40 m.
 LATITUDE - 9º47'23"
 LONGITUDE - 36º05'28"

| MESES | TEMPERATURA MÉDIA (2) | EP. NÃO AJUSTADA TABELA (3) | CORREÇÃO (4) | EVAPORAÇÃO POT. EP (5) | PRECIPITAÇÃO PLUVIAL P. (6) | P-EP (7) | ARMAZENAGEM | | EVAPORAÇÃO REAL ER (10) | DEFICIÊNCIA HÍDRICA D (11) | EXCEDENTE HÍDRICO E (12) |
|-----------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | | MENSAL (8) | ALTERAÇÃO (9) | | | |
| JANEIRO | 26,6 | 4,6 | 30,2 | 138,9 | 57,4 | -81,5 | 0,0 | 0,0 | 138,9 | 81,5 | 0,0 |
| FEVEREIRO | 26,6 | 4,6 | 27,6 | 126,9 | 65,9 | -61,0 | 0,0 | 0,0 | 126,9 | 61,0 | 0,0 |
| MARÇO | 26,5 | 4,5 | 30,9 | 139,0 | 114,1 | -24,9 | 0,0 | 0,0 | 139,0 | 24,9 | 0,0 |
| ABRIL | 26,0 | 4,3 | 30,9 | 132,8 | 200,0 | +67,2 | 67,2 | +67,2 | 132,8 | 0,0 | 0,0 |
| MAIO | 24,8 | 3,8 | 32,3 | 122,7 | 285,3 | +162,6 | 100,0 | +32,8 | 122,7 | 0,0 | 129,8 |
| JUNHO | 25,0 | 3,8 | 30,5 | 115,9 | 254,7 | +138,8 | 100,0 | 0,0 | 115,9 | 0,0 | 138,8 |
| JULHO | 17,2 | 1,9 | 32,4 | 61,5 | 227,0 | +165,5 | 100,0 | 0,0 | 61,5 | 0,0 | 165,5 |
| AGOSTO | 22,8 | 3,1 | 31,9 | 98,8 | 140,9 | +42,1 | 100,0 | 0,0 | 98,8 | 0,0 | 42,1 |
| SETEMBRO | 23,7 | 3,3 | 30,5 | 100,6 | 90,5 | -52,2 | 47,8 | -52,2 | 100,6 | 0,0 | 0,0 |
| OUTUBRO | 24,9 | 3,8 | 30,6 | 116,2 | 43,9 | -72,3 | 0,0 | -47,8 | 116,2 | 0,0 | 0,0 |
| NOVEMBRO | 25,8 | 4,3 | 29,4 | 126,4 | 35,1 | -91,3 | 0,0 | 0,0 | 126,4 | 91,3 | 0,0 |
| DEZEMBRO | 26,5 | 4,5 | 30,0 | 135,0 | 37,4 | -97,6 | 0,0 | 0,0 | 135,0 | 97,6 | 0,0 |
| ANO | 25,1 | | | 1.414,7 | 1.552,2 | | | | | 356,3 | 476,2 |

3.2.3. PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO:

O Quadro abaixo mostra a análise do solo da área em que o Projeto foi elaborado.

Quadro 04.

| VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h) | CAPACIDADE DE CAMPO (PESO) | PONTO DE MURCHA (PESO) | DENSIDADE APARENTE (g/cm ³) |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|---|
| 30 | 28% | 18% | 1,575 |

O Quadro 04, tem importância para que possamos eleger um aspersor cuja intensidade de precipitação não ultrapasse a velocidade de infiltração do solo.

3.2.4. HIDROLÓGICOS:

Neste projeto de fertirrigação será utilizada a vinhaça produzida pela Destilaria anexa, assim como as águas residuais, o que torna dispensável um estudo dessa natureza. Entretanto, a fonte de abastecimento de água da Usina e da Destilaria é o rio São Miguel.

Os Quadros 05 e 06 a seguir, mostram respectivamente os dados médios de análises da vinhaça e água de lavagem que serão produzidas pela Destilaria e aplicadas no campo.

- . Quadro 05: Análise da Vinhaça Produzida pela Destilaria a nexa a Usina Caeté.

| VINHAÇA - MOSTO MISTO: 248,28 m ³ /ha.ano | | | |
|--|------|-------------------------------|------------------|
| COMPOSIÇÃO (Kg/m ³) | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | 0,40 | 0,27 | 2,68 |
| QUANTIDADE APLICADA (m ³ /ha) | 99,3 | 67,0 | 665,4 |

- . Quadro 06: Análise da Água de Lavagem

| Água de Lavagem: 546,21 m ³ /ha.ano | | | |
|--|------|-------------------------------|------------------|
| COMPOSIÇÃO (Kg/m ³) | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | 0,08 | 0,01 | 0,14 |
| QUANTIDADE APLICADA (m ³ /ha) | 43,7 | 5,5 | 76,5 |

- . Quadro 07: Quantidade Total Aplicada de Água de Lavagem + Vinhaça.

| Água de Lavagem + Vinhaça | | | |
|---|-----|-------------------------------|------------------|
| QUANTIDADE TOTAL APLICADA (m ³ /ha.ano) | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | 143 | 72,5 | 741,9 |

A partir dos quadros 05 e 06 podemos observar que a vinhaça a ser utilizada tem em média na sua composição 2,68 kg de potássio por m³, 0,27 kg de fósforo por m³ e 0,40 kg de nitrogênio por m³, elementos de grande interesse agrônômico e que proporcionarão uma redução razoável na adubação mineral utilizada pela Destilaria. Com relação a água de lavagem, podemos concluir que a mesma não apresenta nenhum elemento de destaque, restando somente a função de diluir a vinhaça, evitando portanto desgastes nas tubulações e equipamentos utilizados no projeto.

4.0 ENGENHARIA DO PROJETO

Segundo os dados apresentados nos Quadros 05 e 06, de Análise de Vinhaça e de Água de Lavagem, respectivamente, podemos executar os seguintes cálculos:

$$\begin{aligned}
 \text{Área Fertirrigada} &= 1087,50 \text{ ha} \\
 \text{Produção Nominal do Alcool} &= 120 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 \text{Produção de Vinhaça} &= 1.800 \text{ m}^3/\text{dia} \text{ ou } 75 \text{ m}^3/\text{hora} \\
 \text{Período de Moagem} &= 150 \text{ dias} \\
 \text{Produção Total de Vinhaça} &= 1.800 \times 150 = 270.000 \text{ m}^3 \\
 \text{Produção de Água de Lavagem} &= 65.000 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 \text{Água de Lavagem Utilizada} &= 165 \text{ m}^3/\text{hora} \\
 \text{Quantidade de Mistura de Vinhaça} \\
 + \text{Água de Lavagem} &= 240 \text{ m}^3/\text{hora} \\
 \text{Teor de K}_2\text{O na Vinhaça} &= 2,68 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Diluição da Vinhaça} &= \frac{\text{Água de Lavagem Utilizada}}{\text{Produção de Vinhaça}} = \frac{165}{75}
 \end{aligned}$$

= 2,2 . . . Diluição = 1 : 2,2, ou melhor, 1 Litro de Vinhaça para 2,2 de Água.

Produção de K₂O/Safra = Prod. de Vinhaça/Safra X Teor de K₂O na Vinhaça = 270.000 X 2,68 = 723.600 kg K₂O/Safra.

$$\begin{aligned}
 \text{Dosagem de K}_2\text{O/Hectare} &= \frac{\text{Prod. de K}_2\text{O/Safra}}{\text{Área Fertirrigada}} = \frac{723.600}{1087,50} \\
 &= 665,38 \text{ kg K}_2\text{O/Hectare}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Teor de K}_2\text{O na Mistura} &= \frac{\text{Teor de K}_2\text{O na Vinhaça}}{\text{Diluição}} = \frac{2,68}{2,2} \\
 &= 1,22 \text{ kg/m}^3.
 \end{aligned}$$

4.1. MÉTODO A SER ADOTADO

É difícil definir qual método é o mais adequado para a distribuição da vinhaça. Na escolha do sistema a ser empregado, devemos considerar uma série de fatores, tais como: a quantidade de vinhaça produzida, concentração da vinhaça, disponibilidade de áreas próximas a Usina, topografia, infra estrutura já instalada na área, etc.

Optamos pelo conjunto montagem direta com base no seguinte: num sistema de aplicação de vinhaça por sulcos de infiltração a mesma tende a se acumular de maneira irregular no solo, ou seja, não existe um controle satisfatório de distribuição, portanto haverá áreas em que a vinhaça se acumulará mais do que em outras, provocando até mesmo morte da planta por excesso de toxidez, num sistema de aspersão a vazão pode ser controlada e o risco de toxidez, conseqüentemente, diminuído satisfatoriamente.

4.2. DESCRIÇÃO DO LAY-OUT:

Segue anexo, o Mapa com Lay-Out do Projeto para Utilização Racional do Vinhoto e Águas Residuais.

Toda a Vinhaça utilizada no Projeto mais as águas residuais provêm da Destilaria Anexa a Usina Caeté. Este efluente líquido é bombeado por um Moto-Bomba (Nº 1) com potência de 201,28 CV para uma tubulação

constituída de Tubo Polyarm de Classe 150 com 8'' de diâmetro com características para operar com líquidos abrasivos em temperaturas de até 50°C, que transportará este líquido para uma caixa de distribuição (Nº 1) que abastecerá o canal principal de terra (Nº1) com declividade de 1‰, indo por gravidade até uma outra caixa de distribuição (Nº2). Nesta caixa será colocada uma válvula de pé com a finalidade de transferir o líquido para o reservatório pulmão com capacidade de armazenagem de 1600 m³ durante um período de 5 horas.

Esta válvula só será acionada quando por ventura ocorrer defeito no sistema; Quando não, o líquido será bombeado da caixa (Nº 2) para outra tubulação por Moto-Bomba de 80 CV de potência (Nº 2).

A Tubulação é constituída de Tubo PVC rígido de Classe 12, já que a vinhaça baixou um pouco a temperatura por atravessar o canal de terra, prevendo-se que fique a mesma com uma temperatura aproximada de 30°C .

No final do Vinhoduto, haverá uma caixa de recepção (Nº3) que distribuirá a mistura para o canal principal de terra (Nº2) com declividade de 1‰, que por sua vez, levará o líquido a todas as partes do projeto para ser distribuído por aspersão, através dos dois conjuntos montagens direta com 2 extensões de 200 metros cada um. Serão posicionados um à margem esquerda e o outro à margem direita do canal principal (Nº2).

Estes equipamentos irão retirar o efluente líquido dos diversos canais secundários. Após a aplicação da lâmina determinada, o conjunto é transferido pa

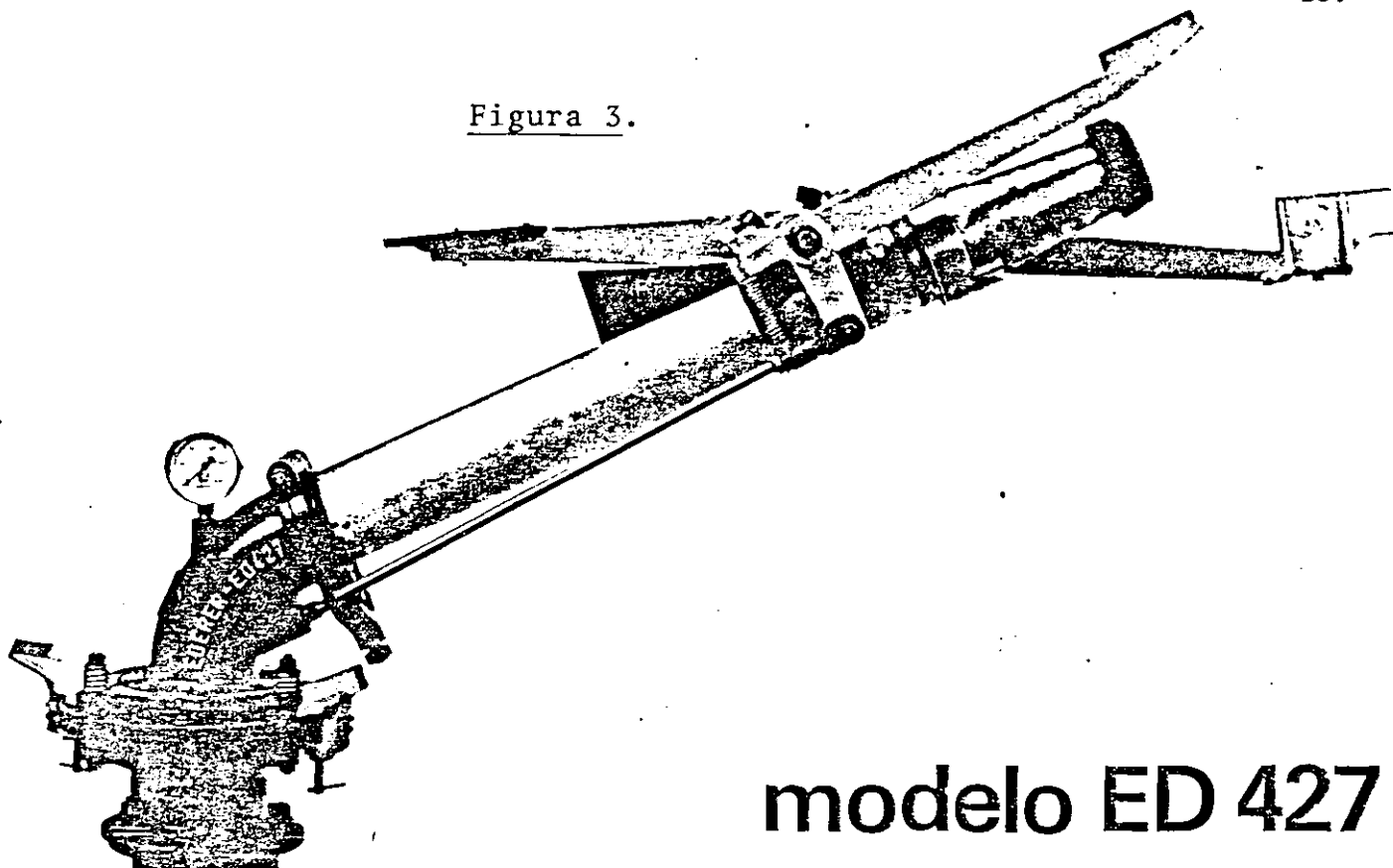
ra a posição seguinte, através de um pequeno trator a grícola.

O aspersor, componente do equipamento montagem direta, é do tipo canhão Modelo ED 427, adaptado sobre duas rodas, funcionando até uma distância de 200 metros do canal condutor da mistura. É dotado de movimentos setoriais reguláveis, permitindo a irrigação em setores, evitando a aplicação de água em áreas não desejadas. Entra em funcionamento, pela simples abertura de um registro tipo borboleta de movimento rápido, aplica uniformemente a vazão de $120 \text{ m}^3/\text{Hora}$ com pressão no bocal do aspersor de 60 mca em um diâmetro irrigado de 120 metros (Ver Figura 3).

O Excedente da mistura, resultante do sistema que se localizar no lado direito do canal principal N° 2, será escoado para o canal principal N° 1, o qual retornará ao sistema. Enquanto que o excesso da vinhaça do sistema do lado esquerdo do canal principal N° 2, será desaguado no dreno N° 1, que por sua vez será bombeado por um moto-bomba com potência de 5 CV e distribuído para um canal de terra N°3, por meio de uma tubulação de PVC rígido de Classe 12 com 10" de diâmetro.

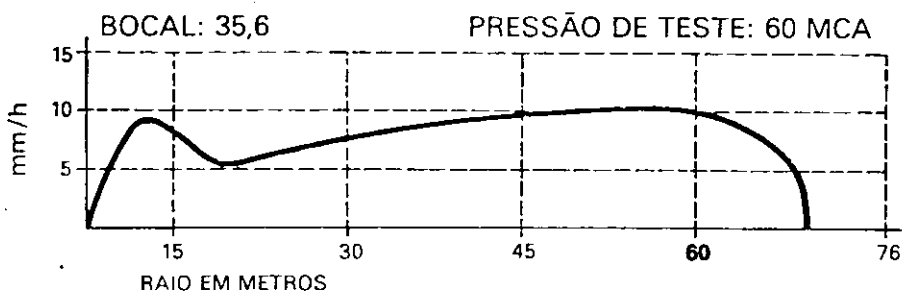
Todo o excesso será retornado ao sistema, ou seja, o processo de distribuição funcionará como um circuito fechado. Embora, teoricamente, saibamos que não haverá excedente de mistura, o que na prática não pode ser verificado em função de uma série de falhas que provavelmente ocorrerá.

Figura 3.

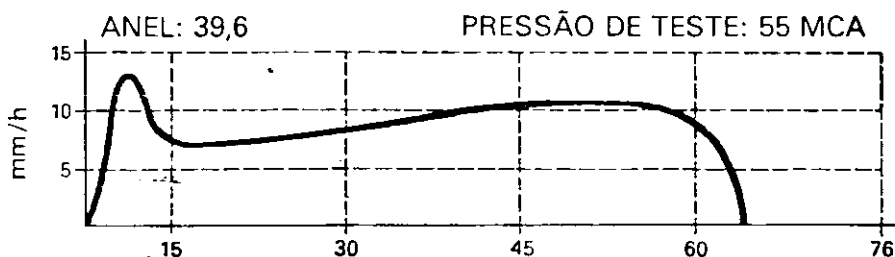


modelo ED 427

| B | 26,7 | | 27,9 | | 30,5 | | 33,0 | | 35,6 | | 38,1 | | 40,6 | | 44,5 | | 48,3 | |
|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| P | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D |
| 40 | 55,7 | 104 | 63,9 | 109 | 73,1 | 112 | 85,8 | 117 | 98,9 | 123 | 116 | 129 | 130 | 134 | 154 | 141 | 183 | 149 |
| 50 | 62,3 | 111 | 71,5 | 117 | 81,7 | 121 | 96,0 | 126 | 111 | 132 | 130 | 138 | 145 | 143 | 173 | 152 | 204 | 158 |
| 60 | 68,2 | 115 | 78,3 | 121 | 89,5 | 126 | 105 | 132 | 121 | 138 | 142 | 144 | 159 | 149 | 189 | 158 | 224 | 164 |
| 70 | 73,7 | 122 | 84,6 | 128 | 96,7 | 134 | 114 | 140 | 131 | 146 | 153 | 152 | 172 | 159 | 204 | 168 | 241 | 175 |
| 80 | 78,8 | 126 | 90,4 | 132 | 103 | 138 | 121 | 144 | 140 | 152 | 164 | 159 | 184 | 165 | 218 | 174 | 258 | 182 |
| 90 | 83,6 | 130 | 95,9 | 136 | 110 | 142 | 129 | 148 | 148 | 157 | 174 | 164 | 195 | 170 | 232 | 180 | 274 | 188 |



| A | 32,8 | | 37,1 | | 39,6 | | 42,2 | | 44,2 | | 46,5 | | 49,0 | |
|----|------|------|------|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| P | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D | V | D |
| 35 | 52,3 | 99,0 | 68,1 | 108 | 80,0 | 113 | 92,7 | 119 | 108 | 123 | 121 | 128 | 145 | 133 |
| 40 | 55,9 | 103 | 72,8 | 116 | 85,5 | 117 | 99,1 | 123 | 116 | 128 | 130 | 132 | 155 | 137 |
| 50 | 62,5 | 109 | 81,4 | 118 | 95,6 | 124 | 110,8 | 131 | 130 | 135 | 145 | 140 | 174 | 146 |
| 60 | 68,5 | 115 | 89,1 | 125 | 105 | 131 | 121 | 137 | 142 | 141 | 159 | 146 | 190 | 152 |
| 70 | 74,0 | 119 | 96,3 | 130 | 113 | 136 | 131 | 142 | 153 | 146 | 172 | 152 | 205 | 159 |
| 80 | 79,1 | 123 | 103 | 134 | 121 | 149 | 140 | 146 | 164 | 150 | 184 | 157 | 220 | 164 |
| 90 | 83,9 | 127 | 109 | 137 | 128 | 143 | 149 | 149 | 174 | 154 | 195 | 160 | 233 | 168 |



4.2.1. **CÁLCULOS:**

CANAIS: Dimensionamento executado pelo método das tentativas usando a equação de MANNING. (Ver Figura 4)

FORMULÁRIO:**DENOMINAÇÃO:**

$$h = b \sqrt{\frac{3}{2}}$$

h = altura do canal (m)

$$P = 3 b$$

b = base menor (m)

$$A = \frac{3}{2} bh$$

P = perímetro molhado (m)

A = área do canal (m²)

$$Rh = b \sqrt{\frac{3}{4}}$$

Rh = raio hidráulico (m)

V = velocidade (m/s)

$$V = \frac{1}{n} Rh. I^{2/3} I^{1/2}$$

Q = Vazão (m³/h)

n = coeficiente de rugosidade

$$Q = \frac{A}{n} Rh. I^{2/3} I^{1/2}$$

B = base maior (m)

I = declividade do canal (m/m)

$$B = m. b + 2.h$$

m = inverso da declividade das faces laterais

.Canal de terra, logo n = 0,0225

.Declividade I = 1 ‰ = 0,001

.Inclinação das Paredes m = 1:1

TAB: 5.6 Pg 114 - MANUAL DE IRRIGAÇÃO SALASSIER BER
NARDO.

| b | h | A | P | Rh | Rh ^{2/3} | $\frac{\sqrt{I}}{n}$ | V' | Q' | Q'=Q=? |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|----------------------|-------|--------|--------|
| 0,370 | 0,320 | 0,178 | 1,110 | 0,160 | 0,295 | 1,405 | 0,414 | 265,29 | 260 ≠ |
| 0,365 | 0,316 | 0,173 | 1,095 | 0,158 | 0,292 | 1,405 | 0,410 | 255,35 | 260 ≠ |
| 0,366 | 0,317 | 0,174 | 1,098 | 0,158 | 0,292 | 1,405 | 0,410 | 256,82 | 260 ≠ |
| 0,367 | 0,318 | 0,175 | 1,101 | 0,159 | 0,293 | 1,405 | 0,412 | 259,56 | 260 OK |
| 0,368 | 0,319 | 0,176 | 1,104 | 0,159 | 0,293 | 1,405 | 0,412 | 261,04 | 260 ≠ |

CONCLUSÃO:

Canal Principal N° 1:

$$A = \left(\frac{B + b}{2} \right) \times h$$

$$V = A \cdot C$$

A = área do canal (m²)

V = volume do canal (m³)

C = comprimento do canal (m)

$$h = 0,318 + 0,20 = 0,518 \text{ m} \quad \therefore \text{ altura do canal} = 0,518 \text{ m}$$

$$b = 0,367 \text{ m} \quad \therefore \text{ base menor do canal} = 0,367 \text{ m}$$

$$B = 1 \times 0,367 + 2 \times 0,518 = 1,403 \text{ m} \quad \therefore \text{ base maior do canal} = 1,403 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{1,403 + 0,367}{2} \right) \times 0,518 = 0,458 \text{ m}^2 \quad \therefore \text{ área do canal} = 0,458 \text{ m}^2$$

$$V = 0,458 \times 3.150 = 1442,7 \text{ m}^3 \quad \therefore \text{ volume do canal} = 1.442,7 \text{ m}^3$$

Custos do volume de terra a ser removido:

Preço da escavação = Cr\$ 1.500,00

$$C = 1.442,7 \times 1.500,00 \quad \therefore \quad C = \text{Cr\$ } 2.164.050,00$$

Canal Principal N° 2:

Todos os canais terão as mesmas dimensões logo:

$$A = 0,458 \text{ m}^2 \quad \therefore \quad \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2$$

$$V = 0,458 \times 3.400 = 1.557,2 \text{ m}^3 \quad \therefore \quad \text{volume do canal} \\ = 1.557,2 \text{ m}^3$$

Custos:

$$C = 1.557,2 \times 1.500,00 \quad \therefore \quad C = \text{Cr\$ } 2.335.800,00$$

CANAIS SECUNDÁRIOS:

$$\text{N° 1 - } A = 0,458 \text{ m}^2 \quad \therefore \quad \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2$$

$$V = 0,458 \times 3.990 = 1.827,42 \text{ m}^3 \quad \therefore \quad \text{volume do canal} \\ = 1.827,42 \text{ m}^3$$

Custos:

$$C = 1.827,42 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.741.130,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 2 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3.430 = 1.570,94 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.570,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.570,94 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.356.410,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 3 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 2.910 = 1.332,78 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.332,78 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.332,78 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 1.999.170,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 4 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3230 = 1.479,34 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.479,34 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.479,34 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.219.010,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 5 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3060 = 1.401,48 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.401,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.401,48 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.102.220,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 6 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3.165 = 1.449,57 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.449,57 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.449,57 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.174.355,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 7 - A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3.350 = 1.534,3 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.534,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.534,3 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.301.450,00$$

$$\begin{aligned} \text{Nº 8 - } A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3.550 = 1.625,9 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.625,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.625,9 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.438.850,00$$

DRENOS:

Os drenos terão as mesmas dimensões dos canais:

$$\begin{aligned} \text{Nº 1 - } A &= 0,458 \text{ m}^2 \therefore \text{área do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \times 3.400 = 1.557,2 \text{ m}^3 \therefore \text{volume} \\ &\text{do canal} = 1.557,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 1.557,2 \times 1.500,00 \therefore C = \text{Cr\$ } 2.335.800,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 2 - \quad A &= 0,458 \text{ m}^2 \quad \therefore \text{ \u00e1rea do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \text{ X } 440 = 201,52 \text{ m}^3 \quad \therefore \text{ volume do} \\ &\text{ canal} = 201,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 201,52 \text{ X } 1.500,00 \quad \therefore \quad C = \text{Cr\$ } 302.280,00$$

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ 3 - \quad A &= 0,458 \text{ m}^2 \quad \therefore \text{ \u00e1rea do canal} = 0,458 \text{ m}^2 \\ V &= 0,458 \text{ X } 430 = 196,94 \text{ m}^3 \quad \therefore \text{ volume do} \\ &\text{ canal} = 196,94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Custos:

$$C = 196,94 \text{ X } 1.500,00 \quad \therefore \quad C = \text{Cr\$ } 295.410,00$$

TOTAL DOS CUSTOS DAS ESCAVA\u00c7\u00d5ES:

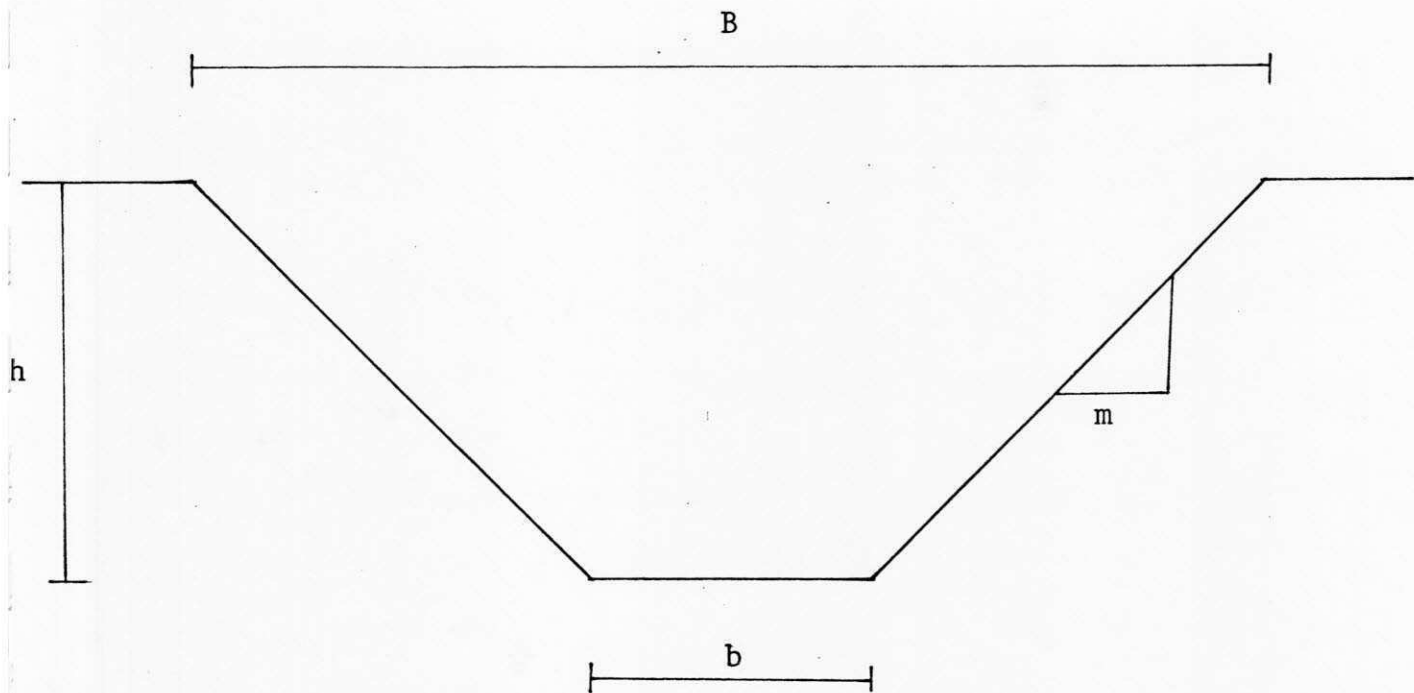
$$T = \text{Cr\$ } 25.765.935,00$$

DIMENSIONAMENTO DA BOMBA N\u00b0 1:

Utilizando-se da F\u00f3rmula de HAZEN-WILLIAMS, encontraremos:

Figura 4.

PERFIL DOS CANAIS E DRENOS.



ESC: 1:10

Fórmula de HAZEN-WILLIAMS: $Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$

$V = 0,355 \times C \times D^{0,63} \times J^{0,54}$

O valor para o coeficiente C, da fórmula acima, adequado para o uso normal dos tubos POLYARM é 145.

Esse tubo foi escolhido em razão de que o mesmo resiste a altas temperaturas, como também, a corrosão. A vinhaça que sai da destilaria tem uma temperatura aproximada de 50°C.

Dados:

$Q = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$

$\emptyset = 200 \text{ mm} \cong 8''$

$l = 1.150 \text{ m}$

$h = 100 \text{ m}$

$\delta = 1,2 \text{ g/cm}^3$

$T = 50^\circ\text{C}$

$\eta_m = 90\%$

$\eta_b = 75\%$

Denominação:

Q - vazão

\emptyset - diâmetro

V - velocidade

J - perda de carga unitária.

J_t - perda de carga total

l - comprimento da tubulação.

h - diferença de nível

H_{man} - altura manométrica.

P_{mb} - potência do motor-bomba.

η_m - rendimento do motor

η_b - rendimento da bomba

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$$

$$0,067 = 0,2785 \times 145 \times 0,2^{2,63} \times J^{0,54}$$

$$\therefore J = 0,0180 \text{ m/m}$$

$$V = 0,355 \times C \times D^{0,63} \times J^{0,54}$$

$$V = 0,355 \times 145 \times 0,2^{0,63} \times 0,0180^{0,54}$$

$$\therefore V = 2,1335 \text{ m/s}$$

$$J_t = 1 \times J \quad \therefore J_t = 1150 \times 0,0180$$

$$\therefore J_t = 20,7 \text{ m}$$

$$H_{man} = (J_t + h) \times 1,05$$

$$H_{man} = (20,7 + 100) \times 1,05$$

$$\therefore H_{man} \cong 126,74 \text{ m.c.a.}$$

$$P_{mb} = \frac{H_{man} \times Q \times \delta}{75 \times \eta_m \times \eta_b}$$

$$\therefore P_{mb} = \frac{126,74 \times 67 \times 1,2}{75 \times 0,9 \times 0,75}$$

$$\therefore P_{mb} \cong 201,28 \text{ CV}$$

Como dissemos anteriormente usaremos **tubulação**

POLYARM com 8" de diâmetro de classe 150, já que a pressão de serviço é de $12,67 \text{ kg/cm}^2$.

A escolha da bomba foi feita em função dos dados anteriores, tendo a mesma as seguintes características:

Bomba Centrífuga {
ETA 150 - 50
Rotor - \emptyset 405 - 340
R P M - 1760/1160

DIMENSIONAMENTO DA BOMBA Nº 2:

Dados:

$$Q = 72,2 \text{ l/s}$$

$$\varnothing = 250 \text{ mm} \cong 10''$$

$$V = 1,8 \text{ m/s}$$

$$J = 0,012 \text{ m/m}$$

$$l = 2.250 \text{ m}$$

$$h = 17 \text{ m}$$

$$\delta = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

$$T = 30^\circ\text{C}$$

$$\eta_m = 90\%$$

$$\eta_b = 75\%$$

Denominação:

$$Q = \text{vazão}$$

$$\varnothing = \text{diâmetro}$$

$$V = \text{velocidade}$$

$$J = \text{perda de carga unitária}$$

$$J_t = \text{perda de carga total}$$

$$l = \text{comprimento da tubulação}$$

$$h = \text{diferença de nível}$$

$$H_{man} = \text{altura manométrica}$$

$$P_{mb} = \text{potência do moto-bomba}$$

$$\eta_m = \text{rendimento do motor}$$

$$\eta_b = \text{rendimento da bomba}$$

Os valores de perda de carga unitária, diâmetro e velocidade foram tirados do ábaco, em anexo, onde a vazão foi pré-fixada.

$$\text{Perda de carga total: } J_t = l \times J$$

$$\therefore J_t = 2.250 \times 0,012$$

$$\therefore J_t = 27 \text{ m}$$

Altura manométrica: $H_{man} = (J_t + h) \times 1,05$

$$\therefore H_{man} = (27 + 17) \times 1,05$$

$$\therefore H_{man} = 46,2 \text{ m.c.a.}$$

Potência do moto-bomba: $P_{mb} = \frac{H_{man} \times Q \times \delta}{75 \times \eta_m \times \eta_b}$

$$\therefore P_{mb} = \frac{46,2 \times 72,2 \times 1,2}{75 \times 0,9 \times 0,75}$$

$$\therefore P_{mb} \cong 80 \text{ CV}$$

Considerando a temperatura da vinhaça de 30°C , em virtude da mesma ter sido resfriada no percurso do canal, e de acordo com as características dos tubos PVC rígido Brasilit para redes de água e adutoras, em anexo, concluímos que a tubulação economicamente mais viável será de classe 12, já que a pressão de serviço é de $4,62 \text{ kg/cm}^2$.

De acordo com os valores determinados anteriormente tivemos condições de escolher uma bomba que melhor se adaptasse. A bomba escolhida tem as seguintes características:

| | | |
|------------|---|---------------------------------|
| Bomba | } | ETA 125 - 40 |
| Centrífuga | | Rotor $\varnothing = 405 - 340$ |
| | | RPM = 1760/1140 |

DIMENSIONAMENTO DA BOMBA Nº 3:

Considerando que esta bomba só irá trabalhar com as perdas e os excessos da vinhaça, definimos que a vazão a ser bombeada será de 15% da vazão total, ou seja, vazão total = 72,2 l/s logo a vazão para a bomba Nº 3 será 10,83 l/s.

| <u>Dados:</u> | <u>Denominação</u> |
|---|--|
| $Q = 10,83 \text{ l/s}$ | $Q = \text{vazão}$ |
| $\varnothing = 250 \text{ mm} \approx 10''$ | $\varnothing = \text{diâmetro}$ |
| $V = 0,43 \text{ m/s}$ | $V = \text{velocidade}$ |
| $J = 0,00087 \text{ m/m}$ | $J = \text{perda de carga unitária}$ |
| $l = 100 \text{ m}$ | $J_t = \text{perda de carga total}$ |
| $h = 17 \text{ m}$ | $l = \text{comprimento da tubulação}$ |
| $\delta = 1,2 \text{ g/cm}^3$ | $h = \text{diferença de nível}$ |
| $T = 20^\circ\text{C}$ | $H_{man} = \text{altura manométrica}$ |
| $\eta_m = 90\%$ | $P_{mb} = \text{potência do moto-bomba}$ |
| $\eta_b = 75\%$ | $\eta_m = \text{rendimento do motor}$ |
| | $\eta_b = \text{rendimento da bomba}$ |

Analogamente, a bomba Nº 2, encontramos através do mesmo ábaco os valores de perda de carga unitária, diâmetro e velocidade.

Perda de carga total: $J_t = 1 \times J$

$$\therefore J_t = 100 \times 0,00087$$

$$\therefore J_t = 0,087 \text{ m}$$

Altura manométrica: $H_{man} = (J_t + h) \times 1,05$

$$\therefore H_{man} = 17,94 \text{ m.c.a}$$

Potência do moto-bomba: $P_{mb} = \frac{H_{man} \times Q \times \delta}{75 \times \eta_m \times \eta_b}$

$$\therefore P_{mb} = \frac{17,94 \times 10,83 \times 1,2}{75 \times 0,9 \times 0,75}$$

$$\therefore P_{mb} \cong 5 \text{ CV}$$

Levando-se em consideração que a temperatura da vinhaça reduziu ainda mais, ou seja, para 20° , por ter ficado em contato com o solo durante todo o período da fertirrigação, e de acordo com as características dos tubos PVC rígido Brasilit para redes de água e adutoras, como foi mostrado anteriormente, concluímos que a tubulação mais viável será de Classe 12, já que a pressão de serviço é de $1,8 \text{ kg/cm}^2$.

Com os valores encontrados tivemos condições de escolher a bomba que melhor se identificasse. A bomba escolhida tem as seguintes características:

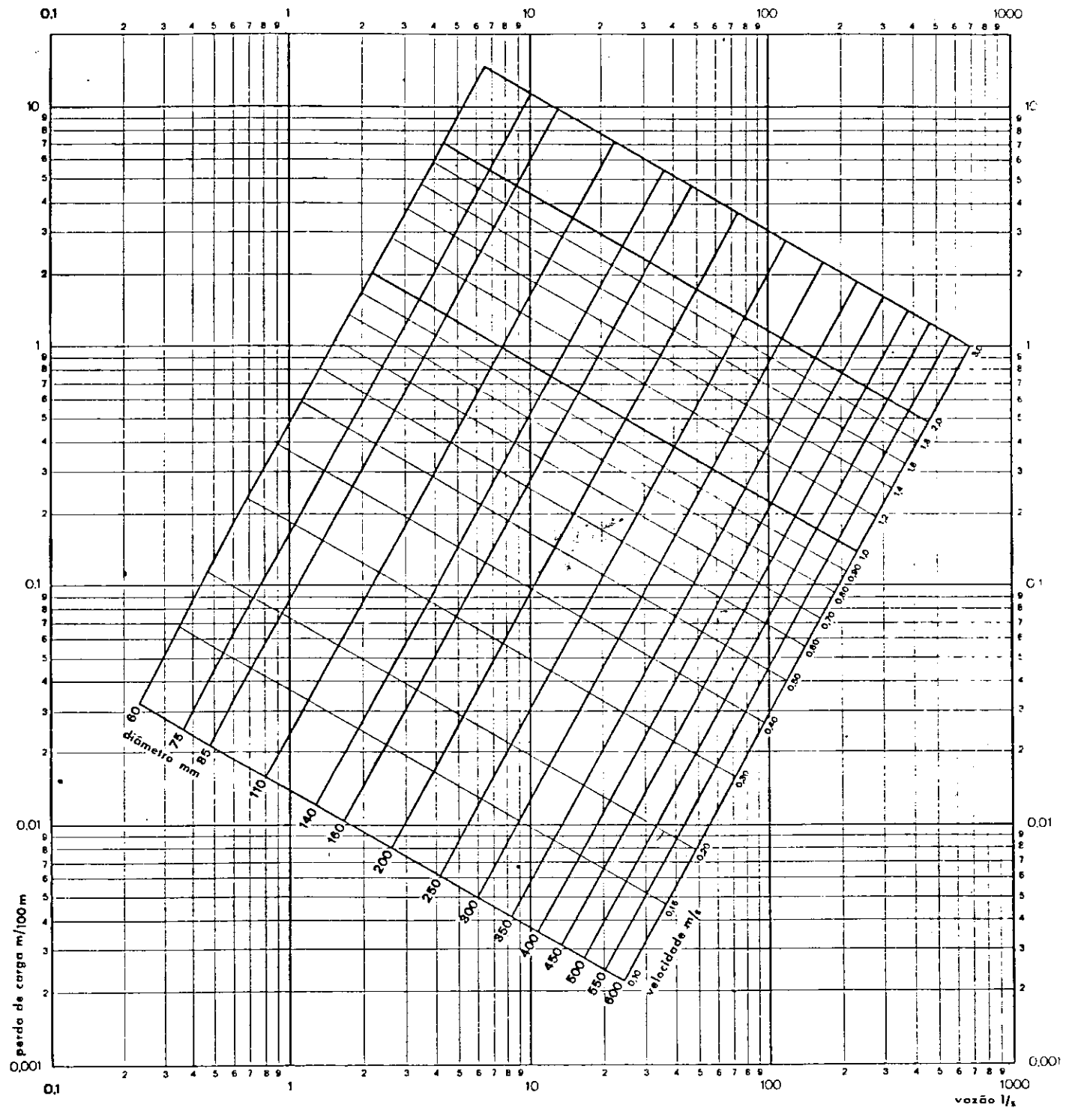
| | | |
|------------|---|-----------------------------|
| Bomba | { | ETA 50 -26 |
| Centrífuga | | Rotor $\emptyset = 260/220$ |
| | | RPM = 1710/1080 |

ÁBACO PARA O CÁLCULO DE PERDAS DE CARGA EM CANALIZAÇÕES DE PVC RÍGIDO. **PVC É TIGRE**

FÓRMULA DE HAZEN-WILLIAMS

$$V = 0,355 CD^{0,63} J^{0,54}$$

C = 150



CIA. HANSEN INDUSTRIAL - Tubos e Conexões TIGRE de PVC rígido.

SÉRIE A

Série A - Tubos para instalações prediais. Pressão de serviço 7,5 kgf/cm². Uma única classe de tubo equivalente a classe 15), próprios para instalações prediais.

| TUBOS DE PVC RIGIDO | | | | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|-----------------------|
| SÉRIE A - TUBOS PARA INSTALAÇÕES PREDIAIS | | | | | | | | |
| DIMENSÕES E PESOS (20°C) - PRESSÃO DE SERVIÇO 7,5 kgf/cm ² | | | | | | | | |
| REFERÊNCIA | TOLERÂNCIA SOBRE DIÂMETRO EXTERNO MÍNIMO, MM. | TOLERÂNCIA SOBRE ESPESURA MÍNIMA DE PAREDE, MM. | TABELA I TUBOS COM JUNTAS SOLDÁVEIS | | | TABELA II TUBOS COM JUNTAS ROSQUEÁVEIS | | |
| | | | Diâmetro Externo médio mm | Espessura mínima de parede (b) mm | Peso médio aprox kg/m | Diâmetro Externo médio mm | Espessura mínima de parede (b) mm | Peso médio aprox kg/m |
| 3/8 | 0,02 | 0,3 | 16 | 1,5 | 0,105 | 16,7 | 2 | 0,110 |
| 1/2 | 0,03 | 0,33 | 20 | 1,5 | 0,155 | 21,2 | 2,5 | 0,160 |
| 3/4 | 0,03 | 0,33 | 25 | 1,7 | 0,188 | 26,4 | 2,6 | 0,190 |
| 1 | 0,03 | 0,33 | 32 | 2,1 | 0,295 | 33,2 | 3,2 | 0,300 |
| 1 1/4 | 0,03 | 0,33 | 40 | 2,4 | 0,430 | 42,2 | 3,6 | 0,450 |
| 1 1/2 | 0,03 | 0,33 | 50 | 3,0 | 0,660 | 47,8 | 4,0 | 0,680 |
| 2 | 0,03 | 0,4 | 60 | 3,5 | 0,920 | 59,6 | 4,6 | 1,000 |
| 2 1/2 | 0,03 | 0,4 | 75 | 4,2 | 1,370 | 75,1 | 5,5 | 1,500 |
| 3 | 0,04 | 0,5 | 85 | 4,7 | 1,760 | 87,9 | 6,2 | 2,000 |
| 4 | 0,05 | 0,6 | 110 | 6,1 | 2,950 | 113,5 | 7,6 | 3,000 |

Surgiram essas modificações

Tabela I -

Tubos Soldáveis

Linha milimétrica igual à antiga tabela I, somente que nos diâmetros abaixo:

| Ref. | Diâmetro Externo da antiga Tabela I | Diâmetro Externo Atual |
|------|-------------------------------------|------------------------|
| 2 | 63 mm | 60 mm |
| 3 | 90 mm | 85 mm |

Tabela II

Tubos Rosqueáveis

Linha em polegadas igual à antiga tabela III, sem modificações, nos diâmetros externos.

Notas:

- 1)- Dos tubos da série A, praticamente não existiram problemas de interligação dos tradicionais tubos com os que surgirão após o novo texto do P-EB-183.
- 2)- Uma única classe, facilitou enormemente a comercialização dos produtos.

SÉRIE B

Tubos para adução e distribuição de água, nas classes 20, 15 e 12. Nota-se, pois, que foram eliminadas as classes 8 e 10, que não eram classes de tubos próprios para redes ou adutoras de água, e sim para irrigação ou instalações industriais, onde continuarão sendo aplicados.

| TUBOS DE PVC RIGIDO | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|---|--|--|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| SÉRIE B - TUBOS PARA REDES E ADUTORAS | | | | | | | | | |
| DIMENSÕES E PESOS (20°C) | | | | | | | | | |
| DIÂMETRO EXTERNO | TOLERÂNCIA SOBRE DIÂMETRO EXTERNO MÍNIMO | TOLERÂNCIA SOBRE ESPESURA MÍNIMA DE PAREDE | CLASSE 20 | | CLASSE 15 | | CLASSE 12 | | |
| | | | PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A | | PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A | | PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A | | |
| | | | 20°C | 10°C | 20°C | 10°C | 20°C | 10°C | |
| | | | 10 Kgf/cm ² 7 Kgf/cm ² | 7,5 Kgf/cm ² 5,2 Kgf/cm ² | 6 Kgf/cm ² 4 Kgf/cm ² | Espessura Parede de Mínima mm | Peso médio aprox kg/m | Espessura Parede de Mínima mm | Peso médio aprox kg/m |
| 60 | 0,03 | 0,4 | 19 | 1,160 | 33 | 0,370 | 2,7 | 0,730 | |
| 75 | 0,03 | 0,4 | 24 | 1,410 | 42 | 1,370 | 3,4 | 1,130 | |
| 90 | 0,03 | 0,4 | 31 | 2,200 | 47 | 1,760 | 3,9 | 1,500 | |
| 110 | 0,04 | 0,6 | 39 | 3,700 | 61 | 2,950 | 5,0 | 2,450 | |
| 140 | 0,05 | 0,8 | 50 | 5,950 | 78 | 4,800 | 6,4 | 4,000 | |
| 160 | 0,06 | 1,0 | 64 | 7,700 | 99 | 6,200 | 7,3 | 5,200 | |
| 200 | 0,08 | 1,0 | 83 | 12,100 | 119 | 9,650 | 9,1 | 8,050 | |
| 250 | 0,08 | 1,0 | 109 | 18,300 | 159 | 14,950 | 11,4 | 12,500 | |
| 300 | 0,08 | 1,0 | 144 | 26,400 | 197 | 21,000 | 13,7 | 17,750 | |

4.3. PARÂMETROS DE FERTIRRIGAÇÃO:

4.3.1. DOSAGEM DE POTÁSSIO A SER APLICADO POR HECTARE:

De acordo com resultados experimentais dos Quadros 5 e 6 obtivemos:

$$K_2O \left\{ \begin{array}{l} 2,68 \text{ kg de } K_2O/m^3 \text{ VINHAÇA} \\ 0,14 \text{ kg de } K_2O/m^3 \text{ ÁGUA DE LAVAGEM} \end{array} \right.$$

PRODUÇÃO DE VINHAÇA = $75 \text{ m}^3/\text{Hora}$

ÁGUA DE LAVAGEM UTILIZADA = $165 \text{ m}^3/\text{Hora}$

VINHAÇA + ÁGUA DE LAVAGEM = $240 \text{ m}^3/\text{Hora}$

NA MISTURA:

$$2,68 \text{ kg/m}^3 \times 75 \text{ m}^3 + 0,14 \text{ kg/m}^3 \times 165 \text{ m}^3 =$$

$$224,1 \text{ kg } K_2O/240 \text{ m}^3 \text{ de Vinhaça} \equiv 0,93 \text{ kg } K_2O/m^3$$

Vinhaça.

VOLUME TOTAL:

$$240 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \times 150 \text{ dias} = 864.000 \text{ m}^3/\text{Ano}.$$

ÁREA BRUTA IRRIGADA = 1.087,5 ha

$$\frac{\text{VOLUME TOTAL}}{\text{ÁREA BRUTA IRRIGADA}} = \frac{864.000}{1.087,5} \equiv 794,48 \text{ m}^3/\text{ha}.\text{Ano}$$

$$794,48 \text{ m}^3/\text{ha.ano} \times 0,93 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{m}^3 \text{ VINHAÇA} = 738,87 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha.ano}$$

Logo: A dosagem de potássio a ser aplicado por hectare será:

$$\text{D.P.} = 738,87 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha.ano}$$

4.3.2. LÂMINA LÍQUIDA A SER APLICADA POR IRRIGAÇÃO:

1. CÁLCULOS DA CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL

1.1. DISPONIBILIDADE TOTAL DE ÁGUA NO SOLO (DTA):

$$C_c = 28\%$$

$$P_m = 18\%$$

$$D_a = 1,575 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\text{PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{DTA} = \frac{C_c - P_m}{10} \times D_a \quad \therefore \quad \text{DTA} = \frac{28 - 18}{10} \times$$

$$1,575 \quad \therefore \quad \text{DTA} = 1,575 \text{ mm}/\text{cm de SOLO}$$

$$\text{DTA} = 1,575 \text{ mm}/\text{cm de Solo} \times 60 \text{ cm} \quad \therefore$$

$$\text{DTA} = 94,5 \text{ mm}$$

1.2. DISPONIBILIDADE REAL D'ÁGUA DO SOLO (DRA):

$$f = 0,65$$

$$DRA = DTA \times f \quad \therefore \quad DRA = 94,5 \times 0,65 \quad \therefore$$

$$DRA = 61,42 \text{ mm}$$

A capacidade de água disponível nos solos da área do Projeto, para uma profundidade de 60 cm é de 94,5 mm. Para uma irrigação normal, voltaríamos a fazer irrigações sempre que a cultura houvesse consumido 61,42 mm. Porém, não se levou em conta o consumo real da planta, uma vez que não se trata de um projeto de irrigação propriamente dito e sim de fertirrigação onde as atenções devem estar voltadas para teores de K_2O aplicadas em cada fertirrigação.

4.3.3. DOTAÇÃO DE REGA:

A produção de vinhaça por hora, é de 75 m^3 para uma produção de álcool de $120 \text{ m}^3/\text{dia}$. Essa produção de vinhaça, será misturada a $165 \text{ m}^3/\text{hora}$ de água de lavagem, numa diluição de 1:2,2, para satisfazer a dois equipamentos montagens direta em operação, assim calculado:

$$\text{VAZÃO CONTÍNUA} = 240 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{VAZÃO DOS EQUIPAMENTOS} = 120 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{N}^\circ \text{ DOS EQUIPAMENTOS} = \frac{\text{V.C.}}{\text{V.E.}} = \frac{240}{120} = 2 \text{ Equipa}$$

mentos de $120 \text{ m}^3/\text{hora}$.

4.3.4. NÚMERO DE ÁREAS FERTIRRIGADAS POR POSIÇÃO:

ESPAÇAMENTO 1: RAIOS DE AÇÃO DOS ASPERSORES (C1)

ESPAÇAMENTO 2: DISTÂNCIA ENTRE CARREADORES (C2)

$$\text{N.A.F./POSIÇÃO} = C1 \times C2 = \frac{60 \text{ m} \times 90 \text{ m}}{10.000 \text{ m}^2} = 0,54 \text{ ha.}$$

4.3.5. TEMPO DE APLICAÇÃO POR POSIÇÃO:

$$\text{T.A} = 1 \text{ hora/posição}$$

4.3.6. TEMPO TOTAL DE APLICAÇÃO POR POSIÇÃO:

T.T = T.A + TEMPO PARA MUDANÇA DO EQUIPAMENTO

$$\text{T.T} = 1 \text{ hora} + 15'$$

$$\text{T.T} = 1 \text{ h } 15'$$

4.3.7. NÚMERO DE POSIÇÕES POR DIA:

$$\text{N.P./Dia} = 2 \text{ Equipamentos} \times 1 \text{ h/posição} \times 24 \text{ h/}$$

$$\text{Dia} = 48 \text{ POSIÇÕES/DIA}$$

4.3.8. NÚMERO DE ÁREAS FERTIRRIGADAS POR DIA:

$$\text{N.A.F./DIA} = \text{N.P./DIA} \times \text{N.A.F./POSIÇÃO}$$

$$N.A.F./DIA = 48 \times 0,54 = 25,92 \text{ ha/Dia}$$

4.3.9. FREQUÊNCIA DE FERTIRRIGAÇÕES:

$$F.F. = \frac{\text{ÁREA BRUTA IRRIGADA}}{N.A.F./DIA}$$

$$F.F. = \frac{1.087,5}{25,92} = 41,96 \approx 42 \text{ DIAS}$$

4.3.10. NÚMERO TOTAL DE APLICAÇÕES POR ANO:

$$N.T.A./ANO = \frac{\text{DIAS DE SAFRA/ANO}}{F.F.} \quad \text{SAFRA} = 150 \text{ DIAS}$$

$$N.T.A./ANO = \frac{150 \text{ DIAS/ANO}}{42 \text{ DIAS}} = 3,57 \text{ (EM MÉDIA)}$$

5.0 OPERAÇÃO DO PROJETO:

Irão funcionar dois equipamentos "montagem direta", simultaneamente, em um mesmo canal. Só que um funcionará no canal secundário da margem esquerda do canal principal N° 2 e o outro da margem direita.

Os montagens diretas em operação estarão acoplados a duas extensões, sendo portanto duas extensões por montagem direta, uma de cada lado. Em seguida, no mesmo canal ou já em outro, estarão mais dois montagens diretas na espera.

Quando nos montagens diretas em operação, o canhão da extensão for mudado para a extensão do outro lado, que estava na espera, as extensões desativadas serão transportadas para os montagens diretas que se encontram na espera. Esta manobra fará com que, o tempo gasto na operação da mudança do canhão da extensão seja no mínimo 15 minutos, dando portanto uma ótima eficiência na operacionalidade do sistema, evitando transbordamento nos canais e um funcionamento ininterrupto da aspersão.

6.0 RELAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E OBRAS

| ÍTENS | NECESSIDADES | | ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL |
|-------|--------------|--------------------------|--|
| | QUANTIDADE | VOLUME (m ³) | |
| 01 | 04 | | . Montagem Direta- Motor a álcool com aspersor canhão MOD ED 427 com bocal de 42,2 mm, vazão de 121 m ³ /Hora e pressão de serviço de 60 mca. |
| 02 | 01 | | . Bomba, ETA 150-50 com 1760 / 1160 RPM, Rotor de Ø 405-340 mm. |
| 03 | 01 | | . Motor elétrico de 201,28 CV |
| 04 | 01 | | . Bomba ETA 125-40 com 1760 / 1140 RPM, Rotor de Ø 405-340 mm. |
| 05 | 01 | | . Motor elétrico de 80 CV |
| 06 | 01 | | . Bomba ETA 50-26 com 1710 / 1080 RPM, Rotor de Ø 260-220 mm. |
| 07 | 01 | | . Motor elétrico de 5 CV. |
| 08 | 02 | | . Aspersor canhão MOD.ED 427 com bocal de 42,2 mm, vazão de 121 m ³ /hora montados sobre rodas, para funcionamento na extensão. |

| | | | |
|----|--------|-----------|---|
| 09 | 04 | | . Extensão de 200 metros com engate rápido com 3 válvulas de linha cada, extensão e <u>tam</u> <u>pão</u> final. |
| 10 | 2250 m | | . Tubos de PVC rígido Classe 12 ponta e bolsa com \emptyset de 250 mm. |
| 11 | 100 m | | . Tubos de PVC rígido Classe 12 ponta e bolsa com \emptyset de 250 mm. |
| 12 | 1150 m | | . Tubos POLYARM Classe 150 com \emptyset de 200 mm. |
| 13 | 01 | 1600 | . Tanque receptor da vinhaça <u>ma</u> <u>is</u> águas residuais com <u>dimen</u> <u>sões</u> 20 m X 4 m em alvenaria de pedra e granito. |
| 14 | 01 | 170 | . Tanque receptor da vinhaça <u>ma</u> <u>is</u> águas residuais com <u>dimen</u> <u>sões</u> 8,0 m X 8,5 m X 25 m em alvenaria de pedra e <u>grani</u> <u>to</u> . |
| 15 | 11 | | . Caixas de distribuição com <u>di</u> <u>mensões</u> de 1,8 m X 2,0 m X 2,0 m construído em alvenaria de pedra e granito. |
| 16 | 03 | | . Casas de bomba com dimensões de 4 m X 3 m X 2,8 m <u>cons</u> <u>truídas</u> em alvenaria. |
| 17 | 10 | 15.221,63 | . Canais para condução de <u>vinha</u> <u>ça</u> com dimensões: B= 1,40 m ; b= 0,37 m; h= 0,52 m e Talude 1:1 |

| | | | |
|----|----|----------|--|
| 18 | 03 | 1.955,66 | . Drenos para absorção de ex cesso de vinhaça com dimen sões: B= 1,40 m; b= 0,37m; h= 0,52 m e Talude 1:1 |
|----|----|----------|--|

7.0 CONCLUSÃO

Durante o período de estágio tivemos oportunidade de fazer um estudo mais detalhado da vinhaça, resíduo da Indústria Alcooleira. Fez parte deste estudo uma análise da aplicação da vinhaça de acordo com suas características, classificação, composição e teor de fertilidade. Feita essa análise, ficou entendido a importância da aplicação da vinhaça em irrigação. Levando em consideração que a mesma possui alto teor nutritivo, quando diluída em água e aplicada ao solo proporciona ao mesmo tempo fertilidade e disponibilidade de água ao solo.

Para que houvesse maior aprendizado achamos necessário um Projeto de Fertirrigação, pois o mesmo proporciona um entendimento mais sistemático de como proceder diante dos detalhes técnicos, ou seja, as análises químicas e físicas do solo, estudo topográfico da área, aspectos hidrológicos da região, até a escolha dos equipamentos mais adequados as condições do projeto.

Diante do que foi realizado no período de estágio, podemos crer que o mesmo contribuiu positivamente para os nossos conhecimentos práticos e teóricos, facilitando um melhor entendimento das atividades que se relacionam com a Profissão por nós escolhida.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBIERI, V. & NOVA, N.A.V. Curso de Gerência Agrícola Canavieira. Maceió, IAA/PLANALSUCAR, 1981.
2. BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 2ª Edição, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1982. Cap.8, p.313-385.
3. IAA/PLANALSUCAR. Superintendência Geral, Nutrição e Adubação da Cana-de-Açúcar no Brasil. 1ª Edição, Piracicaba, Coordenação: José Orlando Fº, 1983. Cap.10, p.229-259.
4. MAPA EXPLORATÓRIO - Reconhecimento dos Solos do Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuária do Ministério da Agricultura (1972). CONVÊNIO: MA/DNPEA/SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL.
5. MELO, A. T. de. Diferenciações Climáticas da Área Canavieira do Estado de Alagoas, 1977.
6. OLITTA, A. F. L. Os métodos de Irrigação. 1ª Edição 4ª Reimpressão, São Paulo, Nobel, 1982. Cap.1, p. 13-120.
7. _____ & ORLANDO FILHO, J. Caracterização da Composição Química dos Diferentes Tipos de Vinhaça do Brasil. Boletim Técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, 1981.
8. _____ & ORLANDO FILHO, J. Aplicação da Vinhaça como Fertilizante. Boletim Técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, 1983.