



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

ANÁLISE DE CUSTOS DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE
DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS
HIDROMÓRFICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

TRABALHO APRESENTADO COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

Área de Concentração Recursos Hídricos e Saneamento

Autor: Jackson de Oliveira Borges

Orientadores: Flávio Antonio Cauduro
Edgar Augusto Lanzer

EXAMINADORES

- Prof. Flávio Antonio Cauduro
- Prof. Edgar Augusto Lanzer
- Prof. Jau Paulo Goulart
- Prof. Raul Dorfman
- Prof. Antonio Eduardo Lanna

Data do exame: 14-12-83

Aprovação: _____

Presidente da Banca

DEDICATÓRIA

Aqueles que, orientados por ideais de sublime nobreza e perseverança inquebrantável, buscam o aprimoramento das condições de existência do Homem, o autor dedica o presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Flávio Antonio Cauduro e Edgar Augusto Lanzer pela orientação e incentivos dados na execução deste trabalho de pesquisa.

Aos demais professores, pesquisadores e funcionários do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, que não mediram esforços para a concretização dos objetivos desta empreitada.

A Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade concedida.

Ao Programa de Educação Agrícola Superior (PEAS), pelo suporte financeiro.

As empresas que fabricam e representam máquinas, equipamentos e materiais, bem como aos empreiteiros e colegas técnicos que labutam no campo da engenharia de drenagem, de quem valiosos préstimos foram recebidos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a elaboração do presente trabalho.

E, finalmente, a sua esposa Julita que paciente e compreensiva, conviveu todos os momentos desta escalada.

O Autor

ANÁLISE DE CUSTOS DE ALTERNATIVAS
TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOS-
TAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.*

AUTOR : Jackson de Oliveira Borges

ORIENTADORES : Prof. Flávio A. Cauduro (IPH/UFRGS)
Prof. Edgar A. Lanzer (IEPE/UFRGS)

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa objetiva levantar subsídios técnicos e econômicos que permitam a implantação da drenagem agrícola nos Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul. Com efeito se propôs e especificou-se um elenco de 14 alternativas técnicas de drenagem potencialmente adotáveis naquelas áreas, e submetidas a considerações econômicas. Foram estimados os custos de investimento inicial e custos anuais respectivos, supondo uma taxa de juros de 6% a.a. e um horizonte de duração comum às alternativas da ordem de 150 anos. Para viabilizá-las economicamente, sugeriu-se a exploração dos solos drenados com os empreendimentos soja, milho e bovinocultura de corte. Para tanto, estimaram-se também os rendimentos adicionais mínimos anuais dos mesmos, de modo que a condição de viabilidade econômica das alternativas de drenagem propostas seja cumprida.

*Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil (Área de Concentração Recursos Hídricos e Saneamento). Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Dezembro, 1983. 109p.

As informações obtidas permitiram concluir que o emprego do sistema de drenagem agrícola superficial, somente constitui a opção economicamente mais atrativa se o meio técnico de instalação adotado for valetadeira rotativa monodisco, observando-se as restrições quanto à densidade de drenagem máxima estabelecida. Das alternativas propostas no sistema de drenagem agrícola subsuperficial, revela-se menos dispendiosa anualmente aquela que emprega tubos-dreno agrícolas termocerâmicos instalados com valetadeira contínua. Por outro lado, a utilização de material granular drenante, quaisquer que sejam os meios técnicos de instalação adotados, constitui a opção anualmente mais onerosa. Para a viabilização econômica das alternativas de drenagem propostas, o empreendimento milho exige rendimentos adicionais mínimos anuais superiores a soja e a bovinocultura de corte, face a sua baixa cotação no mercado. Não obstante, revelou-se mais promissor que ambos, por sua elevada produtividade adicional, quando submetido a condição de solo drenado.

COSTS ANALYSIS ON TECHNICAL ALTERNATIVES
TO DRAIN AGRICULTURE HIDROMORFIC SOILS IN
THE RIO GRANDE DO SUL STATE*

AUTOR : Jackson de Oliveira Borges

SUPERVISORS : Prof. Flávio A. Cauduro (IPH/UFRGS)
Prof. Edgar A. Lanzer (IEPE/UFRGS)

SUMMARY

The main objective of this work was to raise technical and economical parameters to establish agriculture drainage in hydromorphic soils on Rio Grande do Sul State. A number of 14 technical alternatives were proposed and for each them the economics aspects were studied. The results presents an estimative of the investments and the annual costs regarding an interest rate of 6% per year. The analysis took in account a life time of 150 years. To achieve a feasible position it is suggested that the drained soils should be used to plant soy beans, corn and for beef cattle production. The minimum-additional profit for each case was estimated in order to evaluate the return of the investment.

The results show that the superficial drainage systems are attractive when utilizing a "monodisc ditch opener", and considering the restrictions regarding the maximum drainage density established in the research plan. Among the underdrainage systems utilized, the use of termoceramic tubes

*MSc Thesis in Civil Engineering (Concentration Area: Water Resources and Sanitation). Hidraulic Research Institute - Federal University of Rio Grande do Sul State. Porto Alegre. December, 1983. 109p.

installed with a "continuous trenching" was found to be the best. The most expensive condition was found when using flint stones, desregarding the drainage systems utilized. Analysing the feasibility of the several alternatives proposed, it was found that planting corn it will be necessary an annual increase in productivity at higher rates than when planting soy beans. This observation was also found when a comparison between corn and cattle beef was done, due to the low market price of the corn. However, the corn showed to be more promissory than the cattle beef and soy beans if drained conditions of the soil is considered.

SUMÁRIO

1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. ZONA ARROZEIRA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	4
2.1.1. Caracterização geral das condições de solo	4
2.1.2. Área física e distribuição dos solos	4
2.1.3. Exploração agrícola	5
2.1.4. Manejo e limitações da exploração agrícola	7
2.2. EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS DOS BENEFÍCIOS DA DRENAGEM AGRÍCOLA	8
2.3. ACRESCIMOS DE PRODUTIVIDADE OBTIDOS EM EN- SAIOS DE DRENAGEM CONDUZIDOS EM PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES	12
2.4. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	17
2.4.1. Sistemas de drenagem agrícola	17
2.4.2. Materiais de drenagem agrícola	20
2.4.2.1. Tubos-dreno	21
2.4.2.2. Materiais granulares drenantes	25
2.4.2.3. Materiais filtrantes	26
2.4.3. Meios técnicos empregados na instalação das estruturas de drenagem agrícola	27
2.4.3.1. Sistema de instalação não-mecanizado	28
2.4.3.2. Sistema de instalação semimecanizado	28
2.4.3.3. Sistema de instalação mecanizado	30
2.4.3.4. Valetamento mecanizado	32
2.4.3.5. Métodos de controle de profundidade e gradiente de instalação	33
2.4.4. Manejo de obras de drenagem agrícola	33
2.5. CUSTOS DA DRENAGEM AGRÍCOLA	34
2.6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS	34
2.6.1. Critérios de avaliação econômica	36
2.6.2. Taxa de juros	39
2.6.3. Avaliação econômica de investimentos com vidas úteis diferentes	39

3. <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	41
3.1. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES	41
3.1.1. Sistemas de drenagem agrícola	41
3.1.2. Materiais de drenagem agrícola	41
3.1.2.1. Tubos-dreno	41
3.1.2.2. Materiais granulares drenantes	42
3.1.2.3. Materiais filtrantes	42
3.1.2.4. Componentes especiais	45
3.1.2.5. Estimativas de vida útil técnica	51
3.1.3. Meios técnicos de instalação	52
3.1.3.1. Sistema de instalação semimecanizado	52
3.1.3.2. Sistema de instalação mecanizado	53
3.2. ESTIMATIVA DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS	67
3.2.1. Custos de investimento inicial (I)	67
3.2.2. Custos anuais de manejo (M)	77
3.2.3. Custos anuais dos investimentos (V_{AC})	77
3.3. ESTIMATIVA DOS RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS (R_{AM}) NECESSÁRIOS PARA VIABILIZAR ECONOMICAMENTE AS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS	79
4. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	81
4.1. CUSTOS ESTIMADOS DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES	81
4.1.1. Custos de investimento inicial (I)	81
4.1.2. Custos anuais de manejo (M)	86
4.1.3. Custos anuais de investimentos (V_{AC})	86
4.2. RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (R_{AM}) NECESSÁRIOS PARA VIABILIZAR ECONOMICAMENTE AS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS	87
5. <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	102
6. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	105

RELAÇÃO DE QUADROS

1	Área física e distribuição percentual dos solos formadores de várzeas (RAMOS et alii, 1980)	5
2	Discriminação da posse e exploração da terra (IRGA, 1978)	6
3	Discriminação do uso da terra, culturas de inverno (IRGA, 1978)	6
4	Discriminação do uso da terra, pastagens, culturas de primavera/verão (IRGA, 1978)	7
5	Rendimentos médios de cultivares de soja (BERGAMASHI & BERLATO, 1974)	13
6	Rendimentos médios da cultura de milho (GOULART, 1975)	14
7	Rendimentos médios da cultura de aveia (FREITAS, 1978)	15
8	Rendimentos médios da cultura de milho (ROSSI, 1979)	15
9	Rendimentos médios da cultura de soja (BELTRAME & TAYLOR)	16
10	Estimativas de vida útil técnica	51
11	Quadro geral da mão-de-obra suplementar requerida pelos sistemas de instalação, por equipe de campo	65
12	Resumo das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul	66
13	Densidades de drenagem	68
14	Custos de aquisição estimados dos materiais de drenagem empregados, postos no local das obras	69
15	Outros custos	70
16	Preços médios pagos ao produtor em junho de 1982 (EMATER/RS, 1982)	83

17	Custos de investimento inicial estimados (I, US\$/ha) das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul	83
18	Rendimentos adicionais obtidos em ensaios de drenagem em Planossolos Hidromórficos rio-grandenses	88
19	Custos anuais de manejo estimados (M, US\$/ha.ano) das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul	90
20	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul	91
21	Rendimentos adicionais mínimos anuais (kg/ha.ano) do produto soja	94
22	Rendimentos adicionais mínimos anuais (kg/ha.ano) do produto milho	95
23	Rendimentos adicionais mínimos anuais (kg/ha.ano) do produto carne	96

RELAÇÃO DE PRANCHAS

01	Dreno agrícola superficial primário (seção média)	43
02	Tubo-dreno agrícola termocerâmico (segmento)	44
03	Tubo-dreno de PVC rígido, corrugado	45
04	Tubo-dreno agrícola de PVC flexível, corrugado	46
05	Dreno agrícola com material granular drenante (Brita nº 3)	47
06	Geomembrana geotêxtil não-tecido	48
07	Envelopamento de materiais de drenagem com geo- membrana geotêxtil não-tecido	49
08	Estruturas (terminais) de deságue para tubos- dreno com material granular drenante (concep- ções técnicas)	50
09	Geometria da trincheira de acesso para assenta- mento dos materiais de drenagem no sistema de instalação semimecanizado	55
10	Equipamento principal do sistema de instalação de drenos superficiais por valetamento mecani- zado (Escavadeira Hidráulica)	56
11	Equipamento principal do sistema de instalação de drenos superficiais por valetamento mecani- zado (Retroescavadeira)	57
12	Equipamentos principal do sistema de instalação de drenos superficiais por valetamento mecani- zado (Valetadeira Rotativa Monodisco)	58
13	Equipamento principal do sistema de instalação de materiais de drenagem agrícola mecanizado por valetamento contínuo (Frezadora)	59
14	Geometria da trincheira de acesso para assenta- mento dos materiais de drenagem no sistema de instalação mecanizado (por valetamento contí- nuo)	60

15	Equipamento principal do sistema de instalação de materiais de drenagem agrícola mecanizado por subsolação (Arranjo Tracionado)	61
16	Geometria da fenda de acesso para assentamento dos materiais de drenagem agrícola (tubo-dreno agrícola de PVC flexível, corrugado Ø 80mm) no sistema de instalação mecanizado (por subsolação)	62
17	Equipamentos auxiliares para transporte de materiais de drenagem agrícola	63
18	Equipamento para controle automático de nível	64

RELAÇÃO DE PLANILHAS

1	Custo horário de utilização de equipamentos - Máquinas (US\$/h)	71
2	Custo horário de utilização de equipamentos - Implementos (US\$/h)	72
3	Custo horário de utilização de equipamentos	73
4	Produção das equipes mecânicas	74
5	Custos unitários	75
6	Demonstrativo do orçamento	76

RELAÇÃO DE GRÁFICOS

01	Custos de investimento inicial estimados (I, US\$/ha) x Densidades de drenagem (m/ha) - <u>Sistema de drenagem agrícola superficial</u>	84
02	Custos de investimento inicial estimados (I, US\$/ha) x Densidades de drenagem (m/ha) - <u>Sistema de drenagem agrícola subsuperficial</u>	85
03	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - <u>Sistema de drenagem agrícola superficial</u>	92
04	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - <u>Sistema de drenagem agrícola subsuperficial</u>	93
05	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) - <u>Sistema de drenagem agrícola superficial</u>	97
06	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) - <u>Material granular drenante (Brita nº 3), envelopado com geotêxtil não-tecido</u>	98
07	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) - <u>Tube-dreno agrícola termocerâmico Ø 75mm, envelopado com geotêxtil não-tecido</u>	99
08	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) - <u>Tube-dreno PVC rígido, corrugado Ø 75mm, envelopado com geotêxtil não-tecido</u>	100
09	Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) x Densidades de drenagem (m/ha) - Rendimentos adicio-	

nais m̄nimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) -
Tubo-dreno agr̄cola PVC flex̄vel, \emptyset 80mm, enve-
lopado com geot̄xtil n̄o-tecido 101

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, particularmente, o conceito de drenagem agrícola vem adquirindo posição de destaque ao encerrar conteúdos de tecnologia específicas para a recuperação e/ou adequação de solos sujeitos a problemas dessa natureza. Não obstante até a implantação de programas especiais de financiamento para investimentos em obras de drenagem agrícola (PROVÁRZEAS) pelos setores governamentais, raros são os estudos procedidos sobre o tema e, via de regra, embasam-se na literatura estrangeira. Por mais bem intencionados que sejam os estímulos do Estado nesse campo, a sua adoção no meio agrícola esbarra no desconhecimento quase absoluto do assunto pelos técnicos de extensão envolvidos e, particularmente, dos empresários rurais. Em decorrência, a drenagem agrícola é reduzida a uma simples operação de valetamento localizado.

O fato toma proporções lastimáveis quando é projetado no Estado do Rio Grande do Sul. Dispondo de grandes extensões de várzeas, embora consideradas como de elevado potencial, são submetidas a um aproveitamento econômico efetivamente baixo, sobretudo devido às características de péssima drenagem a que seus solos estão sujeitos. Agravado ainda por motivos outros, estabeleceu-se nessas áreas um modelo de exploração agrícola viciado, adquirindo conotações eminentemente tradicionalistas.

Atendendo às diretrizes estabelecidas pela linha de pesquisa adotada pelo Setor de Irrigação e Drenagem do Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, foram desenvolvidos ensaios de drenagem agrícola, ainda que poucos, com o objetivo específico de levantar subsídios para a sua implantação efetiva naquelas áreas. Contudo, a natureza dos ditos ensaios restringiu-se aos aspectos essencialmente técnicos, isto é, pesquisou-se algumas técnicas de drenagem agrícola quanto ao desempenho hidráulico e ao comportamento de culturas-teste empregadas nos casos específicos. Por outro lado, desprezou-se as considerações econômicas inerentes à drenagem as quais, indubitavelmente, face às contingências econômicas atuais,

são imprescindíveis. A adoção de inovações tecnológicas levadas a campo pelos serviços de extensão, somente se concretizarão quando a empresa rural capacitar-se a absorver os custos de investimento em tecnologia de comprovada eficiência.

No caso específico da drenagem agrícola, múltiplas são as alternativas disponíveis. Porém, a questão do nível de tecnologia que as empresas são capazes de assimilar em função do seu custo, é um ponto de evidente importância ainda não abordado. Admite-se contudo que a pesquisa, por ser onerosa e rara, até o presente ainda não tenha determinado todos os parâmetros técnicos de uma alternativa de drenagem agrícola. Portanto, são consideráveis as dificuldades para uma avaliação completa da mesma.

Não obstante, cabem conclusões de indicativos através da análise de custos atribuídos aos casos específicos, de modo a facilitar e encaminhar a direção das pesquisas futuras, promover a aceleração do processo de assimilação da tecnologia de drenagem agrícola pelas empresas rurais e evitar o desperdício de tempo e recursos financeiros.

Assim, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivos específicos:

- a. propor, elaborar e especificar tecnicamente alternativas de drenagem agrícola potencialmente adotáveis em áreas de Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul;
- b. estimar os custos de investimento inicial e anuais das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas, com base em critérios estabelecidos no âmbito econômico;
- c. estimar os rendimentos adicionais mínimos anuais dos empreendimentos soja, milho e bovinocultura de corte, necessários para viabilizar economicamente o emprego de quaisquer alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas.

Ficam ainda implícitos outros objetivos no plano de abrangência da pesquisa. Ao se propor alternativas de drenagem agrícola para as áreas em questão, abre-se também a discussão sobre o aprimoramento técnico das mesmas. As con-

siderações econômicas procedidas, igualmente estão sujeitas a reavaliações. E a intenção de se alterar o atual modelo econômico de exploração agrícola das várzeas arroteiras, com os recursos por ora propostos, não pretendem constituir uma inovação, tampouco uma definição. Busca-se sobretudo indicar possibilidades e perspectivas futuras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ZONA ARROZEIRA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

2.1.1 Caracterização geral das condições de solo.

Segundo BRASIL (1973) os solos da zona arrozeira do Estado são classificadas como Planossolos Hidromórficos, predominantemente mal a imperfeitamente drenados, bastante influenciados pela presença excessiva de água, condicionada pelo relevo plano ou suavemente ondulado, o que ocasiona fenômenos químicos de redução. BELTRAME e TAYLOR (1979) argumentam que a umidade excessiva é resultante da presença de um lençol freático próximo à superfície, ou de camadas impermeáveis no subsolo ou, ainda, do efeito combinado de ambos. Nestas condições todo perfil do solo permanece parcial ou totalmente saturado com água, durante períodos de chuvas mais intensas. Acrescentam também que a presença de argilas expansivas (tipo montmorilonita) confere ao solo alta plasticidade e pegajosidade. Quando submetidos ao excessivo tráfego de máquinas, em níveis de umidade do solo elevados, conduzem à formação de uma camada compacta, localizada na profundidade aproximada de 250mm. Este estrato restringe em muito a velocidade do fluxo vertical da água, impedindo a eliminação rápida dos excessos de precipitação, razão pela qual os solos permanecem com água na superfície, agravado ainda pelo escoamento superficial reduzido. Constituem geralmente solos cujo grau de limitação da fertilidade natural situa-se entre moderada e forte. São ácidos, com saturação e soma de bases baixas e pobres na maioria dos nutrientes. A falta de aeração na massa do solo é moderada (BRASIL, 1973).

2.1.2 Área física e distribuição dos solos.

As áreas constituídas por solos típicos de várzea do Estado do Rio Grande do Sul somam 33.770 km². Encontra-se aí inserida a zona arrozeira a qual, de acordo com o Anuário

Estatístico do Arroz, publicado pelo Instituto Rio-Grandense do Arroz - IRGA (1978), envolve a exploração econômica de 21.569 km² (censo realizado em estabelecimentos agrícolas com lavoura(s) de arroz acima de 9 ha; safra 76/77).

O quadro 1 ilustra a composição da área física e a distribuição percentual dos solos formadores das várzeas do Estado, segundo critérios adotados por RAMOS et alii (1980).

Quadro 1 Área física e distribuição percentual dos solos formadores de várzeas (RAMOS et alii, 1980)

UNIDADE DE MAPEAMENTO	% EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL DO RS	ÁREA (ha)	% EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL DE VÁRZEA NO RS
Vacacaí	6,06	1634000	48,38
Pelotas	2,72	732000	21,66
Uruguaiana	1,06	269500	7,97
Banhado	0,97	263500	7,81
São Gabriel	0,81	219500	6,50
Formiga	0,37	100000	2,95
Escobar	0,19	51000	1,51
Itapeva	0,16	44000	1,34
Colégio	0,14	38500	1,14
Durasnal	0,09	25000	0,74
TOTAIS	12,57	3.377000	100

2.1.3 Exploração agrícola

Ainda através do Anuário Estatístico do Arroz, os quadros 2,3 e 4, a seguir, especificam as terras de cultivo pertinentes à zona arrozeira do Estado do Rio Grande do Sul, quanto à posse e exploração, área e produção das principais culturas (censo realizado em estabelecimentos agrícolas com lavoura(s) de arroz acima de 9 hectares; safra 76/77).

Quadro 2 Discriminação da posse e exploração da terra (IRGA, 1978).

P O S S E						
		Terra própria	Terra arrendada para terceiros	Terra arrendada de terceiros	Total da área em posse	
ÁREA	ha	1.516.235	64.973	705.607	2.286.815	
	%	66,3	2,8	30,9	100,0	
E X P L O R A Ç Ã O						
		Área com pastagens	Área de cultivo	Área de mato e reflorestamento	Outras áreas	Total da área em exploração
ÁREA	ha	1.368.096	724.230	39.353	25.271	2.156.950
	%	63,5	33,5	1,8	1,2	100,0

Quadro 3 Discriminação do uso da terra, culturas de inverno (IRGA, 1978).

		CULTURAS DE INVERNO				TOTAIS
		Outras culturas	Trigo	Bovinos	Ovinos	
ÁREA	ha	13.269	40.393	-	-	53.662
	%	0,6	1,9	-	-	2,5
PRODUÇÃO (ton)		-	43.748	-	-	43.748
NÚMERO DE CABEÇAS		-	-	1.086.816	868.850	1.955.666

Examinando os quadros apresentados, verifica-se que uma soma de 181.888 ha. (8,5%) são explorados com milho e soja, cabendo a esta última uma área de 171.916 ha (8,0%). A cultura de arroz ocupa efetivamente 520.250 ha, (24%) da área da zona arrozeira. As culturas de inverno ocupam 53.662 ha. (2,5%) da zona arrozeira, das quais o trigo ocupa 40.393 ha.

Quadro 4 Discriminação do uso da terra, pastagens, culturas de primavera/verão (IRGA, 1978)

		PASTAGENS		CULTURAS DE PRIMAVERA/VERÃO			TOTAIS
		Natural	Cultivada	Arroz	Soja	Milho	
ÁREA	ha	1.292.880	75.420	520.250	171.916	9.972	2.070.438
	%	60,0	3,5	24,0	8,0	0,5	96,0
PRODUÇÃO (ton)		-	-	1.922.967	249.581	13.212	2.185.760

O restante, 1.368.000 ha., correspondem às áreas em pousio, subutilizadas com pastagens naturais (60%) sustentando um número reduzido de animais por hectare, e por pastagens melhoradas (3,5%).

2.1.4 Manejo e limitações da exploração agrícola.

A região orizícola do Rio Grande do Sul, compreende as regiões fisiográficas do Litoral, Campanha, Baixo Vale do Rio Uruguai e da Depressão Central. Informam BERGAMASCHI e BERLATO (1974) que estas áreas apresentam enormes variações de precipitação que, aliadas às condições de solo e relevo, propiciam ambientes extremamente desfavoráveis às culturas mesófitas. Por outro lado são indicados para culturas hidrófitas. Tal é o caso do arroz, porém, explorado em apenas 24% da área total disponível. A produção e a produtividade desta cultura têm sido limitadas pela alta incidência de plantas daninhas, particularmente o arroz vermelho (*Oryza rufipogon*), associada ao baixo nível de fertilidade do solo e seu manejo inadequado. A intensidade de ocorrência de pragas e doenças nas áreas tradicionalmente cultivadas com esta gramínea agravam consideravelmente a situação, conforme salienta RIGHES (1971) e COVOLO et alii (1978). Em decorrência, os agricultores adotam a prática do "pousio do solo", que consiste na desmobilização da área para aquela cultura geralmente por 2 a 3 anos. Neste período, ocorre a subutili-

zação das mesmas. Permanecem com pastagens de baixo valor nutritivo, suportando uma média de gado vacum inferior a uma (01) cabeça por hectare. Eventualmente recebem culturas de sequeiro que resultam em baixo rendimento, pois não se desenvolvem adequadamente, devido ao alto grau de umidade que estes solos comportam por suas características.

A permanência dos excessos de precipitação na superfície dificultam a entrada de máquinas e equipamentos agrícolas nas áreas. Por conseguinte, o tempo disponível para o preparo do solo e as demais operações motomecanizadas no ciclo normal das culturas é reduzido consideravelmente. Ademais o estrato compactado, além de alterar sensivelmente o fluxo vertical da água, limita o desenvolvimento do sistema radicular, subtraindo o volume de solo acessível às raízes em busca de nutrientes.

2.2. EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS DOS BENEFÍCIOS DA DRENAGEM AGRÍCOLA

A problemática da drenagem tende a dividir imediatamente os agricultores em dois grupos distintos: os que reconhecem que os benefícios desta prática são consideráveis e fundamentais para determinados empreendimentos agrícolas, e os que consideram a drenagem um investimento dispendioso e de retorno incerto.

É praxe técnico-didática que os textos relativos à drenagem agrícola contenham um capítulo dedicado aos efeitos da mesma, ordenados segundo um critério de importância econômica, em benefícios diretos e indiretos. Naqueles, incluem-se a valorização comercial da terra e o incremento da produção e/ou produtividade; nestes enquandram-se os benefícios relativos a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, das condições de fitossanidade da cultura, das condições de manejo mecanizado das lavouras, etc. Naturalmente estes, em sua ação conjunta, se traduzem nos benefícios diretos já apontados.

Fisicamente não há dúvidas de que os mesmos existam, porém inúmeras vezes são submetidos a tentativas de quanti-

ficação por aqueles que consideram isso importante para justificar investimentos na drenagem agrícola. Contudo CHILDS (1970) e TRAFFORD (1972) lembram que esses benefícios são de difícil avaliação quantitativa correta. Seus efeitos, em termos de produção física, variam no tempo e no espaço. Uma vez que o propósito da drenagem é primordialmente minimizar os efeitos negativos resultantes dos excessos de precipitação, os benefícios variarão consideravelmente de ano para ano. Em vista disto, aqueles autores sugerem que a drenagem deve ser considerada como uma "garantia" contra riscos do clima, implicando necessariamente em uma análise econômica que pondere a variação dos custos de diferentes intensidades de drenagem e os benefícios que poderão ser auferidos. Afir-mam ainda que, no presente estágio do conhecimento a respeito, não é possível quantificar precisamente os benefícios. Face a essa argumentação, os autores consideram que a indagação direta acerca da viabilidade econômica da drenagem é certamente vaga e de difícil resposta. As razões disto são complexas, intervindo a cultura, a natureza do solo e inúmeros outros fatores mas, principalmente, o estado ou condição inicial da drenagem na área em questão, portanto anterior à instalação de um sistema de drenagem artificial.

TRAFFORD (1972) identifica quatro situações distintas no emprego da drenagem, segundo a sua finalidade fundamental. São elas:

- a. situação de recuperação na qual, anterior à drenagem, a área era improdutiva e com a implantação desta, torna-se possível uma alta intensidade de cultivo. Projetos concebidos para esta finalidade podem resultar em grandes benefícios;
- b. situação de mudança dos sistemas de cultivo. Neste caso a drenagem é tomada como um dos instrumentos que permite permutar um modelo de exploração agrícola por outro mais produtivo. A análise econômica comparativa entre as duas condições requer muito cuidado, pois todo o investimento não pode ser atribuído somente à drenagem, exceto talvez para áreas de pousio;
- c. situação de quebra de produtividade, em que o agricul-

tor é obrigado a drenar a área face a possibilidade de ter que abandonar o sistema de exploração agrícola atual. Nestas circunstâncias podem ser esperados significantes aumentos de produtividade;

- d. e, finalmente, a situação em que a drenagem é empregada com a finalidade de incrementar a produtividade. Economicamente esta situação é de difícil avaliação. Depende do estado inicial da drenagem na área, podendo variar de um estado que se assemelhe ao caso anterior até um suficientemente bom, de tal modo que a melhoria da eficiência da drenagem não resultará em qualquer benefício considerável.

TRAFFORD segue estudando inúmeros relatos de incrementos de produtividade citados na literatura os quais, segundo o autor, infelizmente são mal descritos, pois em geral não relatam a condição inicial de drenagem. Enquadra cada caso numa das categorias de situação de emprego da drenagem acima citados, e conclui:

- a. que a literatura sobre incrementos de produtividade devido a drenagem é relativamente escassa mas, sem exceção, todas registram algum benefício físico;
- b. que a evidência dos incrementos de produtividade, tal como são apresentados nos trabalhos examinados, podem variar de zero até virtualmente o infinito, provavelmente dependendo da condição de drenagem inicial da área;
- c. que a experimentação ou outra investigação para estabelecer um parâmetro médio, como valor de incremento de produtividade, utilizável na avaliação econômica da drenagem, não é praticável ou aconselhável;
- d. que se requer melhores métodos de avaliação da condição de drenagem inicial, justamente com uma melhor compreensão dos fatores fisiológicos das plantas envolvidas. Isto permitirá estimar o ganho de produtividade para cada caso individualmente.

Tecnicamente a operação de drenagem pode solucionar inúmeros problemas que estão associados a situações de excesso de umidade e/ou deficiência de aeração, resultante do elevado nível do lençol freático, devido a irrigação ou plu-

viosidade demasiada. Contudo VAN'T WOUDT e HAGAN (1967) lembram que a prática da drenagem está comprometida com altos investimentos e por este motivo seu projeto deve sofrer um estudo criterioso antes de qualquer decisão efetiva. Cálculos detalhados se fazem necessários, os quais estimemos custos e os relacionem com os benefícios mínimos esperados. Os mesmos autores acrescentam ainda que, em muitos casos, observa-se o fato de não serem os benefícios maximizados se não quando transcorrido um tempo considerável de funcionamento do sistema. Isto se deve a lenta e gradual melhoria das propriedades físicas e químicas do solo drenado.

Para PIZARRO (1976) e MILLAR (1978) a abordagem da problemática concernente à estimação quantitativa dos benefícios da drenagem agrícola implica, necessariamente, em elementos de riscos. Ocorre que a capacidade operacional do sistema de drenagem depende fundamentalmente de uma análise adequada dos fatores hidrológicos e dos elementos probabilísticos envolvidos. Afirmam aqueles autores que, se os problemas de drenagem estão relacionados com o excesso de água no solo, então é necessário utilizar o conceito de probabilidade de superação da capacidade drenante do sistema. Acrescentam ainda que, sendo a finalidade da drenagem agrícola reduzir os riscos de quebra da produção, implica também numa avaliação econômica que permita estabelecer o nível ótimo de técnicas que controlam os excessos de água na área em questão.

DIELEMAN (1974), por outro lado, embasa a drenagem nas propriedades do solo, as quais são determinadas ao nível de campo. Em função disso, afirma o autor que há necessidade de se proceder uma quantidade considerável de observações a fim de que os parâmetros determinados sejam significativos, o que raramente ocorre na prática. Disso resulta ser imprescindível o emprego de campos experimentais, com a finalidade de verificar a consistência dos valores paramétricos usados no plano de drenagem, principalmente em áreas heterogêneas. Naturalmente estes campos experimentais ampliam a margem de segurança do projeto e, por outro lado, fornecem dados sobre o comportamento do lençol freático, das

propriedades do solo e da fisiologia das culturas-teste.

Contudo, WILLIANSON e KRIZ (1970) advertem quanto a dificuldade de se transferir os resultados obtidos num local de experimentação para outro, isto pela diferenciação dos solos, condições climáticas, hidrológicas, etc. VAN'T WOUDT e HAGAN (1967) precederam esta advertência concluindo que os dados individuais de incrementos nos rendimentos das culturas, bem como outros benefícios depois da drenagem tem pouco valor real, devido a influência específica das condições locais.

2.3. ACRÉSCIMOS DE PRODUTIVIDADE OBTIDOS EM ENSAIOS DE DRENAGEM CONDUZIDOS EM PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES.

O que segue expõe sucintamente a estrutura dos ensaios de campo e registra os resultados obtidos experimentalmente na referida área. Contudo, salienta-se as limitações inerentes aos campos experimentais de drenagem agrícola, conforme observações anteriores. Por outro lado há que se reconhecer neles a importância insubstituível de raros fornecedores de elementos de referência razoável sobre os incrementos de produtividade decorrentes do emprego de técnicas de drenagem nos solos da planície arrozeira do Estado.

RIGHES (1971) desenvolveu um experimento em solo de natureza hidromórfica na região fisiográfica da Depressão Central. O objetivo foi de avaliar os efeitos da irrigação e drenagem em diferentes épocas de semeadura, nos componentes da produção do milho (*Zea mays*), e obter informações acerca da viabilidade do aproveitamento da resteva do arroz (*Oryza sativa*) com culturas irrigadas durante o tradicional período de "pousio" do solo. Segundo as conclusões do autor os tratamentos que mais influenciaram os componentes da produção dessa cultura, foram a drenagem e a época de semeadura. Particularmente a drenagem aumentou o peso de grãos por espiga e a relação grãos/sabugo em 10,32% e 7,9% respectivamente, comparado com testemunhas. O rendimento médio final foi de 5.692 kg/ha sendo, portanto, 12,17% superior ao

da testemunha e 4,3 vezes superior ao obtido no Estado naquele ano. Os drenos empregados foram do tipo vala com 0,60 m de profundidade e 16m de espaçamento.

Em solo da unidade de mapeamento Vacacaí, BERGAMASCHI e BERLATO (1974) realizaram um trabalho de pesquisa visando observar o comportamento de duas cultivares de soja (*Glycine max*) de ciclos diferentes, sujeitas a condições de solo excessivamente úmido e avaliar o efeito de tratamento de drenagem do solo para as mesmas condições. As cultivares de soja testadas foram a "Planalto", de ciclo curto, e "Hardee", de ciclo longo. O quadro 5 resume os rendimentos médios obtidos.

Quadro 5 Rendimentos médios de cultivares de soja (BERGAMASCHI e BERLATO, 1974)

T R A T A M E N T O S	RENDIMENTOS MÉDIOS DAS CULTIVARES (kg/ha)	
	P l a n a l t o	H a r d e e
Sem drenagem	2.380	2.308
Com drenagem	3.203	2.957
Diferenciais de produtividade (%)	34,57	28,12

Note-se que a drenagem teve um efeito muito significativo sobre a produtividade de grãos e que a cultivar precoce se mostrou consideravelmente mais produtiva que a cultivar tardia sob o tratamento de drenagem.

GOULART (1975), conduziu um ensaio de drenagem a campo em solo de várzea da unidade de mapeamento Pelotas objetivando primeiro, determinar o efeito da drenagem com tubos-dreno em três espaçamentos, 08, 12 e 16m, sobre a produtividade de uma cultura de milho (*Zea mays*) e, segundo, verificar o comportamento do lençol freático sob tais condições. Os tubos-dreno empregados foram termocerâmicos do tipo ponta-bolsa com diâmetro interno de 75mm, instalados a uma

profundidade de 0,65m e com gradiente de 0,5%. Os rendimentos médios obtidos estão registrados no quadro 6.

Quadro 6 Rendimentos médios da cultura de milho (GOULART, 1975)

ESPAÇAMENTOS (m)	RENDIMENTOS MÉDIOS (kg/ha)	DIFERENCIAIS DE PRODUTIVIDADE EM RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE MÉDIA DO ESTADO (%)
08	4.321	188,08
12	4.387	192,47
16	4.405	193,67

Concluiu o referido pesquisador que os três espaçamentos empregados não produziram entre eles diferenças de produtividade significativas embora, em todos os casos, a tenham elevado muito acima da média obtida no Estado, estimada em 1500 kg/ha, naquele ano. Contudo, no que se refere ao comportamento do lençol freático, relatou o autor que o mesmo permaneceu 81,3% do tempo de ciclo da cultura abaixo do nível de assentamento dos tubos-dreno.

FREITAS (1978), visando fundamentalmente colher subsídios para a implantação de sistemas de drenagem agrícola em Planossolos Hidromórficos Rio-Grandenses, instalou um campo experimental em solo da unidade de mapeamento Vacacaí. O referido pesquisador empregou drenos superficiais de 0,70m de largura no topo, 0,30 na base e 0,90m de profundidade, e drenos subsuperficiais com pedra britada nº 1, cuja seção do maciço drenante de $0,06m^2$, foi assentado a uma profundidade de 0,85m. Os espaçamentos foram respectivamente 6,0m e 4,5m, sendo que as parcelas drenadas, em 03 repetições, foram controladas por testemunhas sem drenagem. Ambos tipos de drenos ensaiados com 30m de comprimento. O quadro 7 relaciona os rendimentos médios obtidos na cultura teste (Avena sativa) em peso de matéria seca, tomados por ocasião da floração.

Concluiu o autor que houve diferença significativa

entre os tratamentos especialmente quando comparados com as testemunhas (sem drenagem). Complementa ainda que os drenos foram eficientes no controle das flutuações do nível freático.

Quadro 7 Rendimentos médios da cultura de aveia (FREITAS, 1978)

REPETIÇÕES	RENDIMENTOS MÉDIOS DOS TRATAMENTOS (kg/ha)		
	Testemunhas	Drenos abertos	Drenos com material granular drenante (Brita nº 1)
I	1.840	8.880	7.890
II	1.760	6.160	4.580
III	1.700	15.100	8.840
MÉDIAS	1.760	10.040	7.100
DIFERENCIAIS DE PRODUTIVIDADE (%)	-	470,45	303,41

Quadro 8 Rendimentos médios da cultura de milho (ROSSI, 1979)

AFASTAMENTOS DO DRENO (m)	RENDIMENTOS MÉDIOS (kg/ha)	DIFERENCIAIS DE PRODUTIVIDADE (%)
4,5	6.360	89,28
6,5	6.400	90,47
8,5	5.320	58,33
10,5	3.890	15,77
12,5	3.980	18,45
14,5	3.360	-

ROSSI (1979), conduziu um experimento de drenagem agrícola também em área de solo hidromórfico da unidade de mapeamento Vacacaí, empregando drenos superficiais com 0,60m

de profundidade, a partir dos quais foram semeadas 15 fileiras de milho (*Zea mays*) com 60m de comprimento e distanciadas de 1,0m, de tal modo que a primeira se localizasse a 2,5m e a última a 16,5m do dreno. Os rendimentos médios de grãos, segundo os diferentes afastamentos do dreno constam no quadro 8.

O referido autor concluiu que, de fato, os rendimentos médios variaram em função da profundidade do nível freático e que os maiores valores daqueles foram obtidos justamente onde o nível do mesmo se manteve à maior profundidade, ou seja, próximo ao dreno.

Finalmente, BELTRAME e TAYLOR (1979), empreenderam um ensaio de drenagem agrícola na mesma área que anteriormente fora utilizada por FREITAS (1978). Observaram que a drenagem subterrânea, acompanhada de um tratamento de subsolagem a 0,45m de profundidade, aumentou significativamente o tempo disponível para o preparo do solo, possibilitando a semeadura e a germinação uniforme da cultura de soja (*Glycine max*) em tempo hábil. Entretanto, não foram observadas diferenças consideráveis entre os tratamentos de drenagem, quando analisados os rendimentos médios da soja obtidos, os quais constam no quadro 9.

Quadro 9 Rendimentos médios da cultura de soja (BELTRAME e TAYLOR, 1979)

TRATAMENTOS DE DRENAGEM	RENDIMENTOS MÉDIOS (kg/ha)	DIFERENCIAIS DE PRODUTIVIDADE (%)
DRENADO E SUBSOLADO	1970	21,38
DRENADO E NÃO-SUBSOLADO	1857	14,41
NÃO-DRENADO E SOBSOLADO	1847	13,80
NÃO-DRENADO E NÃO-SUBSOLADO	1623	-

Contudo houve diferenças de rendimento médio pró-parcelas drenadas. De acordo com os autores, esta diferença era aguardada. Entenderam eles que os benefícios mais elevados da drenagem agrícola, nas condições de solo e clima predominantes nas áreas de solos hidromórficos, decorre justamente da eliminação dos excedentes das precipitações do período que antecede a semeadura, ou seja, no momento de preparo do solo. E este momento coincide com os meses de elevado índice pluviométrico. Por outro lado, durante todo o ciclo da cultura de soja, o nível freático manteve-se abaixo do nível dos drenos, pois os valores de precipitação naquele período foram excepcionalmente baixos. Sobre a diferença de rendimento médio pró-parcelas subsoladas, os autores concluíram que esta é decorrente das melhores condições de solo encontrados pelo sistema radicular da cultura. As consequências evidentes do tratamento de subsolação consistiram na minimização dos efeitos negativos da compactação e na melhoria da condutividade hidráulica do solo, permitindo mais velocidade de fluxo da água através da massa do mesmo.

2.4 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA

A expressão "alternativas técnicas de drenagem agrícola" aqui assumida, reveste-se do papel de qualificadora do nível tecnológico da drenagem agrícola. Tal nível é tomado segundo três componentes básicos que podem ser adotados na execução de um projeto de drenagem. São eles: primeiro, o tipo de sistema de drenagem; segundo, os materiais empregados na elaboração dos drenos quando são estruturas subterrâneas; terceiro, os meios técnicos empregados na instalação da rede de drenagem no campo. Cada um desses componentes será sucintamente revisado na seqüência.

2.4.1 Sistemas de drenagem agrícola

Conforme PIZZARRO (1976), numa classificação primária dos sistemas de drenagem agrícola, há que distinguí-los pela sua finalidade primordial entre os que se prestam à

eliminação das águas de superfície e os que se destinam à captação das águas infiltradas na massa do solo, exercendo um certo controle sobre a flutuação do nível freático. Gericamente os sistemas de drenagem agrícola são agrupados em função das características técnicas gerais das estruturas drenantes que compõem predominantemente as redes de drenagem, sejam elas superficiais, subterrâneas ou ambas.

A literatura especializada apresenta dois tipos básicos de sistemas de drenagem agrícola, quais sejam: sistema superficial, onde todos os componentes são valas de dimensões e perfis adequados e o sistema subsuperficial. Neste há duas variantes técnicas distintas. Primeiro, é o sistema de drenagem subsuperficial do tipo misto, no qual somente os drenos primários são estruturas subterrâneas; o segundo, tecnicamente mais complexo, é melhor designado como sistema de drenagem subterrâneo, onde todos os componentes, consistindo de uma rede de galerias e tubulações, estão encerrados no solo.

DONNAN e SCHWAB (1974), consideram que um sistema de drenagem superficial é excelente para remover grandes quantidades de água. CAVELAARS (1974) acrescenta que as valas, além de captarem as águas superficiais, também exercem algum controle efetivo sobre o nível freático. Esses autores lembram que o custo de construção de um sistema de drenagem agrícola superficial é muito inferior ao de um sistema subsuperficial. Por outro lado, os custos de manejo são consideravelmente mais elevados que os demais sistemas, embora tecnicamente as operações a ela pertinentes sejam de execução relativamente fácil. O desenvolvimento acentuado da vegetação nos fundos e taludes, bem como da vegetação aquática flutuante, risco de erosão dos fundos, colapso dos taludes e o acúmulo de sedimentos nos drenos, requerem efetivamente maior frequência nas operações de manutenção (limpeza, conservação e restauração) do sistema superficial. Os vários autores que abordam o tema, apontam ainda outro inconveniente de grande importância. Trata-se da perda de área útil, particularmente quando há necessidade de elevada densidade de drenagem. Por sua vez, acarreta ainda um considerável

prejuízo na eficiência das operações agrícolas motomecanizadas.

No caso particular dos Planossolos Hidromórficos rio-grandenses, convém lembrar RIGHES (1971), FREITAS (1978) e ROSSI (1979), os quais determinam em seus ensaios que o espaçamento médio entre os drenos superficiais primários situa-se entre 6,0 e 16 metros. Tais medidas acarretam uma imobilização direta de área útil da ordem de 20 a 50%, considerando-se as dimensões e a distribuição espacial dos drenos preconizados por aqueles autores. No caso de ser a área submetida à exploração com cultivos não hidrófitos de ciclo curto por meios motomecanizados, os prejuízos serão mais acentuados. Por conseguinte, é provável que o emprego deste sistema de drenagem agrícola seja técnica e economicamente uma alternativa contra-indicada para as áreas em questão.

Por outro lado, a problemática relativa a adoção de redes de drenagem subterrânea não adquire relevância apenas técnica, face ao elevado nível tecnológico envolvido na sua concepção e execução. Assume sobretudo o aspecto econômico, devido à apreciável soma de recursos financeiros requeridos na sua implantação. Contudo, apresenta vantagens irrefutáveis no que se refere a eliminação efetiva das perdas de área útil e transtornos à motomecanização, bem como dos custos de manejo, quando o sistema é corretamente instalado. Devido à pobreza de informações disponíveis na literatura especializada, não foi possível ao autor levantar ponderações que melhor caracterizem o sistema de drenagem subterrâneo.

CAVELAARS (1971), enfatiza que por razões de natureza técnico-econômica, é mais adequado compor uma rede de drenagem empregando valas como drenos coletores e estruturas subterrâneas como drenos primários. Ou seja, um sistema de drenagem agrícola subsuperficial do tipo misto. A observação é particularmente válida para áreas cuja topografia se apresente pouco declivosa. Indiscutivelmente, trata-se do sistema mais empregado nos países de larga tradição na prática da drenagem agrícola, de acordo com os reportes bibliográficos. Sendo uma rede de composição intermediária,

suprime em grande parte as características desfavoráveis apresentadas pelos sistemas de drenagem agrícola anteriores.

CAVELAARS complementa o tema discorrendo acerca dos drenos subsolados, também denominados drenos "livres", "topos", ou ainda "toupeira". Embora não componham propriamente um sistema de drenagem agrícola, são considerados tecnicamente como estruturas auxiliares daquele. Segundo o referido pesquisador, tais estruturas não objetivam exatamente controlar as flutuações do nível freático. Como este eventualmente poderá situar-se mais profundo, sua função é captar e conduzir aos drenos primários as águas que a partir da superfície se infiltram na massa do solo e percolam através da mesma. Portanto, não constituem substitutos para os drenos agrícolas convencionais. Sua "performance" depende da rede de drenagem básica. São particularmente recomendáveis para solos pesados, de baixa permeabilidade e cuja superfície seja suavemente inclinada e uniforme. São bastante suscetíveis ao colapso. Por conseguinte, possuem uma vida útil técnica efetivamente curta, embora a amplitude desse tempo dependa de inúmeros fatores. Dentre eles, citam-se as características mecânicas do solo, teor de umidade do mesmo durante a construção, características do implemento empregado, velocidade de escoamento da água no dreno e tempo de permanência sob condições de saturação de água.

2.4.2 Materiais de drenagem agrícola

De antemão, convém informar que os materiais de drenagem aqui designados, referem-se àqueles próprios que constituem as estruturas de captação, condução e deságue das redes de drenagem agrícola a nível de drenos primários.

Salvo casos especiais em que podem ser recomendados outros materiais, em geral a escolha recai entre materiais termocerâmicos e plásticos. Na escolha, naturalmente intervêm fatores de natureza técnica e econômica específicos. Entretanto, previamente não existem critérios absolutos de decisão entre quaisquer deles, considerando-se as características particulares de cada projeto de drenagem agrícola.

2.4.2.1 Tubos-dreno

A. Tubos-dreno de concreto.

Na drenagem agrícola, os tubos-dreno de concreto são empregados em pequena escala. Contudo, o concreto é frequentemente utilizado na construção de peças especiais que compõem um sistema de drenagem (caixas de inspeção, caixas de sedimentação, dissipadores de energia, bueiros, terminais de deságüe, etc.) como reporta PIZZARRO (1976). Tubos-dreno confeccionados com esse material apresentam algumas desvantagens técnicas consideráveis. Uma delas é a sua suscetibilidade à deterioração pela ação de ácidos e sulfatos do solo, particularmente quando são de paredes porosas. Esse inconveniente se tem superado parcialmente com emprego de cimentos resistentes a ação intemperizante dos sulfatos, como do tipo "PORTLAND", conforme estudos procedidos por MANSON (1967). Ademais, os tubos-dreno de parede porosa tendem a ser preteridos em favor dos de parede crivada ou os de juntas secas. Isto se deve aos graves problemas de colmatação por partículas argilo-minerais a que estão sujeitos, com redução progressiva e irreversível da eficiência de captação, após períodos relativamente curtos de funcionamento. Geralmente possuem configurações externas que pouco simplificam o acondicionamento. Ademais, possuindo elevado peso unitário dificultam e encarecem consideravelmente o transporte e manuseio.

No Brasil, os tubos-dreno de concreto são largamente empregados nas obras de construção civil, totalizando 70% dos tubos-dreno atualmente consumidos no mercado de materiais de drenagem. Desses, aproximadamente 70% são do tipo parede porosa e 30% parede crivada (furos circulares). Os diâmetros mais utilizados são de 150mm e 200mm, conforme verificou o autor do presente trabalho.

B. Tubos-dreno termocerâmicos.

Por inúmeras razões, é bastante provável que os tu-

bos-dreno de concreto, mais limitados às obras de drenagem na construção civil, cedam lugar aos tubos-dreno termocerâmicos nas obras de drenagem agrícola. Também denominados de "manilhas", apresentam-se no mercado brasileiro em peças de 0,60 - 1,00m de comprimento, com seções interna e externa circulares. Os diâmetros internos variam de 75 - 305mm e as extremidades são trabalhadas, do tipo ponta-bolsa. As paredes são crivadas, com furos circulares de diâmetros variando entre 5 - 20mm, perfazendo uma área de captação total (somada a junção) entre $9,5 \cdot 10^{-4}$ - $4,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$ de tubo-dreno. Quando são destinados a admitir água apenas pelas juntas, as peças são fabricadas em comprimentos de 0,30 - 0,50m, mantendo bitolas internas de 75 - 150mm. As seções internas são geralmente circulares e as externas, além da tradicional circular, adquirem conformações quadradas ou hexagonais.

Os tubos-dreno termocerâmicos disponíveis no mercado nacional devem atender às especificações técnicas das normas EB-5; NB-309/01; NB-12; NB-14; NB-210 e P-NB-1210, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Não são especificados, contudo, como tubos-dreno termocerâmicos de emprego agrícola, mas de emprego geral. Não obstante, são considerados de boa qualidade para as finalidades a que se destinam. Na sua fabricação é utilizada uma composição especial de materiais argilosos, agregadas a vácuo, sofrendo pré-secagem e posterior queima a 1200°C . Vitrificadas de início e, recentemente, em função do aumento constante do óleo combustível, sofrem processo de tratamento térmico mais brando (glasurização), passível de ser executado em fornos a lenha. Isto lhes confere características de alta resistência aos esforços de compressão, impermeabilidade e resistência ao ataque de ácidos, bases, oxidantes e redutores nas concentrações normalmente encontradas no solo. Nas empresas dignas de expressão industrial, esses materiais são periodicamente testados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo - CETESB; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT; Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR e Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio

Grande do Sul - CIENTEC, em conformidade com as normas estabelecidas.

Segundo PIZARRO (1976), no mercado europeu os tubos-dreno termocerâmicos são oferecidos para a drenagem agrícola sob formas e dimensões especiais. Apresentam-se em segmentos de extremidades lisas, comprimento entre 0,25-0,50m, seções internas circulares com diâmetro entre 50 - 200mm e seções externas circulares, quadradas ou hexagonais. Com relação ao transporte, manuseio e instalação, o autor informa que este material comporta-se de modo semelhante aos tubos-dreno de concreto. Contudo, possui apreciável durabilidade e custo médio unitário bastante inferior àquele.

C. Tubos-dreno plásticos.

NAARDING (1977), relata que antes de 1956, o mercado de materiais industrializados de drenagem agrícola na Europa ofertava em grande escala os tubos-dreno termocerâmicos e, em menor quantidade, os tubos-dreno de concreto. Em 1959, os primeiros tubos de polietileno (PE) e, em seguida, os de policloreto de vinila (PVC), tornaram-se competitivos e adentraram o mercado. Em 1962, 20% da área drenada na Europa consumiu tubos-dreno plásticos, aumentando para 35% entre 1963/65. Isso se deve ao advento dos tubos-dreno de PVC flexíveis e corrugados (1960), da redução do preço daquela matéria-prima no mercado de derivados do petróleo e dos equipamentos de instalação mecanizada de alto rendimento.

SOMEREN (1972), apresentando uma síntese técnico-econômica a respeito dos materiais de drenagem agrícola empregados na Europa, informa que o consumo de plástico na drenagem é quase uma exclusividade por inúmeras razões. Argumenta o autor, que o custo médio unitário do dreno agrícola plástico instalado é bastante inferior ao dreno termocerâmico. Isso se deve às vantagens oferecidas pelos primeiros em termos de transporte, manuseio, durabilidade e instalação, além de uma excelente "performance" mecânica e hidráulica, as quais são decisivas para a sua preferência.

Contudo, PIZZARRO (1976), adverte que a atual vanta-

gem nos preços dos materiais de drenagem agrícola plásticos pode mudar no futuro próximo, experimentando um incremento de preço considerável, sobretudo por serem derivados do petróleo. Esta situação é patente, por exemplo, na Áustria onde o custo dos plásticos é proibitivo. Conseqüentemente, adotam-se materiais termocerâmicos.

Nos países com tradição em drenagem agrícola, os tubos-dreno plásticos, particularmente os de PVC flexíveis e corrugados, são comercializados com diâmetros nominais variando de 40 - 200mm e arranjados em bobinas com 50 - 200m de comprimento. São também disponíveis tubos-dreno envelopados com filtros de diversos tipos de materiais, alguns com particularidades próprias para a drenagem agrícola. Tais tubos-dreno apresentam ranhuras oblongas (1-1,5mm x 4,5-6mm) nas depressões das corrugações, somando uma superfície de captação da ordem de $1,0 \cdot 10^{-3} - 27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$ de tubo - dreno. São comercializados ainda diversos tipos de conexões que complementam os detalhes técnicos de um sistema de drenagem subsuperficial.

O mercado brasileiro tem consumido tubos-dreno plásticos timidamente, em função de sua não normalização, inexperiência dos usuários por falta de divulgação técnica, e principalmente, disponibilidade exígua de produtos industrializados. A isto some-se a inexistência de equipamentos compatíveis com o nível tecnológico exigido pela drenagem agrícola quando emprega tubos-dreno plásticos específicos. Aliás, é importante ressaltar que não existem marcas de tubos-dreno plásticos nacionais com características apropriadas para esta finalidade. O que de fato há, são materiais específicos para emprego geral na construção civil, os quais eventualmente, são utilizados na drenagem agrícola. Em geral, esses tubos-dreno plásticos são de PVC rígido. Apresentam-se em barras de 6,0m de comprimento, diâmetros nominais variando de 50 - 150mm, corrugados e crivados com furos de 4,5 - 6,0mm de diâmetro, compondo uma superfície de captação unitária da ordem de $4,0 \cdot 10^{-3} - 88 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$ de tubo-dreno. Na ausência desse material tradicional e em função dos recursos disponíveis, os tubos lisos de PVC rígido

assumem foros de substitutos eventuais. São em geral preparados no próprio canteiro de obras, pelo crivamento ou ranhuramento e, em alguns casos, posteriormente envelopados com materiais filtrantes.

2.4.2.2. Materiais granulares drenantes

Os materiais granulares drenantes compreendem a faixa granulométrica das areias até cascalhos e pedras britadas empregados na construção de estruturas de drenagem subsuperficiais.

No Brasil, tais materiais têm sido aplicados em escala considerável em obras de construção civil para confecção de maciços drenantes, filtros de retenção e camadas-berço para assentamento de tubos-dreno. É bastante freqüente, particularmente na drenagem rodoviária e urbana, empregarem-se maciços drenantes à base de pedra britada de maior granulometria (Brita 3, \varnothing 25 - 50mm e Brita 4, \varnothing 50 - 75mm). São estruturas relativamente onerosas, possuindo entretanto razoável performance hidráulica, conforme pode avaliar o autor do presente trabalho. No âmbito da drenagem agrícola, contudo, o mercado brasileiro praticamente não consome materiais granulares.

Este autor observou alguns casos em que na drenagem agrícola se empregou outros materiais granulares, como escórias termocerâmicas, tijolos vasados e até seixos rolados.

Entretanto, na Europa os materiais drenantes granulares, particularmente areias grossas selecionadas (\varnothing 2,0 - 5,0mm), são largamente empregados como filtros de retenção e camadas-berço para assentamento de tubos-dreno.

É bastante provável que estes materiais, quando abundantes e próximos aos centros de consumo, podem se tornar substitutos dos tubos-dreno clássicos, quer sejam específicos para a drenagem agrícola, quer o sejam para a construção civil. Contudo, podem ser facilmente colmatados por partículas finas do solo, especialmente no caso deste constituir-se de altos percentuais de silte. Por conseguinte, a garantia de elevada vida útil técnica das estruturas de drenagem

ã base de elementos granulares ã a sua proteçãõ com materiais filtrantes apropriados.

2.4.2.3 Materiais filtrantes

O envelopamento de drenos, particularmente de tubos-dreno agrícolas, ã uma tãcnica praticamente generalizada na Europa, conforme VAN SOMEREN (1972), DECKX e DIERICKX (1972), BILLIB (1972) e outros autores. Sãõ empregados materiais filtrantes orgãnicos como a turfa fibrosa, fibras de cõco, linho, palha de gramãneas e sintãticos como geotãxteis tecidos ("telas) e nãõ-tecidos (feltros"). No caso de emprego desses ùltimos, normalmente os tubos-dreno sãõ fornecidos jã envelopados ao consumidor.

No Brasil, a partir de 1975, foram introduzidos os geotãxteis nãõ-tecidos de lã de vidro e lã de caulim, com gramaturas variando de 0,50 - 1,20 kg/m² e espessura da ordem de 15,00 - 100,00 mm. Tambãõ foram as de filamentos de poliamida, de poliãster e/ou de polipropileno, com gramaturas variando de 0,20 - 0,60 kg/m² e espessura da ordem de 1,00 - 5,00mm. Estes produtos da moderna indũstria tãxtil sãõ largamente empregados em geotecnia e hidrotecnia, particularmente com aplicações especãficas na drenagem rodoviãria e drenagem urbana, ainda que se encontrem em importante estãgio de desenvolvimento.

As calhas de lã de vidro apresentam õtimo desempenho hidrãulico e seus custos sãõ relativamente baixos. Todavia, dada sua rigidez de transporte, manuseio e estocagem sãõ problemãticas. Parãlamente, causam problemas de alergias e dermatites em determinadas pessoas, apõs contato prolongado.

Os geotãxteis nãõ-tecidos de poliãster, polipropileno ou ambos, ou ainda de poliamida, sãõ apresentados comercialmente em mantas bobinadas. Podem ser manuseados sem maiores problemas ou cuidados, com exceçãõ de seu armazenamento que deve ser feito na ausãncia de luz solar direta. Sãõ vulnerãveis ã açãõ de radiações ultra-violetas. Quanto ao custo, estãõ diretamente sujeitos ãs majorações das cotações internacionais do petrõleo, do qual sãõ derivados.

Quando se provê as estruturas de drenagem subterrânea com materiais filtrantes, particularmente com envelopes de geomembranas, colima-se primordialmente evitar o afluxo de constituintes finos do solo, promovido pelo aceleração da água nas adjacências das áreas de captação. Ao impedir a penetração e deposição desses finos no interior da estrutura de drenagem, os riscos de colmatação e abreviação da vida útil técnica dos drenos são significativamente reduzidos. Secundariamente, o envelope filtrante permite maximizar a área de captação. Em consequência, são reduzidas as perdas de carga e os gradientes hidráulicos, mantêm-se o fluxo de entrada com velocidades moderadas e inibe-se o carreamento de partículas do meio edáfico saturado. Como os geotêxteis possuem altos coeficientes de permeabilidade, tanto no sentido do seu plano como perpendicular a ele, ocorre melhor aproveitamento da componente horizontal do fluxo hídrico, traduzindo-se tal fenômeno hidrodinâmico num incremento ponderável das vazões unitárias e das vazões totais do sistema de drenagem, conforme MARQUES SILVA (1983). Este autor acrescenta informações sobre estudos recentes do LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS et CHAUSSÉES (Paris, França) e do WATERLOOPKUNDING LABORATORIUM (Delft, Holanda). Verificaram eles que a utilização de envelopes filtrantes à base de geotêxteis não-tecidos, permite reduzir o volume dos maciços de material granular drenante, em pelo menos 35% a 42%. Além disso, é desnecessário o controle granulométrico rigoroso a ser utilizado.

A título de complementação, salienta-se que o emprego desses envelopes filtrantes permite obter reduções sintomáticas do cronograma e do custo final das obras e viabiliza o uso de equipamentos de instalação de alto rendimento, especialmente quando se tratarem de tubos-dreno diretamente assentados no solo.

2.4.3 Meios técnicos empregados na instalação das estruturas de drenagem agrícola

O mercado de derramentas, máquinas e equipamentos

auxiliares destinados especificamente aos serviços de instalação de redes de drenagem agrícola é muito amplo e varia - do, principalmente nos países com tradição nessa prática. Por outro lado, as características peculiares de cada projeto de drenagem exige para sua instalação um determinado recurso ou combinação de recursos técnicos. Esses recursos são, na literatura especializada, denominados genericamente de sistemas ou técnicas de instalação de sistemas de drenagem, em função de suas particularidades técnico-econômicas.

2.4.3.1 Sistema de instalação não-mecanizado

Observa muito apropriadamente PIZARRO (1976), que esta técnica encontra-se em franco desuso face ao seu baixo rendimento operacional e, por conseguinte, elevado custo unitário de instalação. Nesta técnica, as operações de escavação de drenos ou trincheiras, assentamento de materiais e reaterro, são executados exclusivamente com recursos manuais. Quando eventualmente empregada, restringe-se à instalação de estruturas de drenagem em escala reduzida. Para isso, ainda se exigem condições de solo próprias para o trabalho manual e, naturalmente, mão-de-obra abundante e barata. Contudo, é oportuno salientar que as condições gerais de trabalho que caracterizam os solos de natureza hidromórfica, são penosas e extremamente insalúbres à vida humana.

2.4.3.2 Sistema de instalação semimecanizado

Pode-se definir o sistema semimecanizado como aquele que compreende as operações de escavação e reaterro de trincheiras executados por meios mecanizados, e o assentamento de materiais de drenagem por meios manuais. Esta, contudo, pode ser eventualmente auxiliada por meios mecanizados, mas conserva em essência as características de operação manual.

O equipamento principal desse sistema de instalação geralmente envolve o emprego de escavadeiras hidráulicas. Tecnicamente melhor designadas retroescavadeiras, são comercializadas no mercado nacional diversas marcas e modelos,

tanto de procedência brasileira como importadas. Segundo sua concepção técnica, existem basicamente dois grupos. Primeiro, as montagens ou arranjos mecânicos de escavadeiras a ré de tratores versão agrícola ou industrial. Nesta última, em geral acopla-se adicionalmente uma pá-carregadeira frontal, conjunto esse denominado de retroescavadeira/pá-carregadeira ou simplesmente retroescavadeira. São originalmente concebidas para operarem sob condições de trabalho médias, em áreas que não exigem medidas de melhoria da flutuabilidade do equipamento. Entretanto, para a maioria dos solos de várzea, os modelos "standard" das marcas comercializadas no Brasil requerem obrigatoriamente recursos extras de ampliação da sua área de sustentação. Tais recursos adotados pelos empreiteiros são adaptações e improvisações tecnicamente não especificados pelos fabricantes. Disso, geralmente decorrem avarias frequentes e reduções acentuadas no rendimento operacional do equipamento. São máquinas com potência motora nominal entre 47 - 58 kW e peso em ordem de serviço de 5500-6500 kg. No segundo grupo, encontram-se as escavadeiras hidráulicas. Tecnicamente mais especializadas, deslocam entre 14000 - 18000 kg, com potência motora nominal da ordem de 60 - 80 kW. Não obstante seu peso operacional bastante superior aos equipamentos do grupo anterior, apresentam excelente distribuição unitária do mesmo, na faixa de 0,24 - 0,32 kg/cm², proporcionada pelo material rodante em esteiras amplas. Eventualmente, em áreas cuja capacidade de sustentação mecânica esteja aquém da carga unitária fornecida pelo equipamento, há necessidade de provê-lo com estivamento.

O autor do presente trabalho de pesquisa consultou empresas que operam com ambos tipos de retroescavadeiras em obras de drenagem agrícola. Verificou que as do primeiro grupo são mais adotadas por razões eminentemente econômicas. Sustentam os empreiteiros que estas podem ser adquiridas por um preço médio equivalente a 30 - 40% daquelas pertinentes ao segundo grupo. Também argumentam que o desempenho e a versatilidade operacional, incluindo a facilidade de translocação a distâncias consideráveis e o baixo custo de manutenção, em função de sua robusticidade apreciável, contri-

buem decisivamente para esta opção. Contudo, há indicadores técnicos que recomendam o emprego de escavadeiras hidráulicas para serviços específicos que fogem à capacidade operacional dos arranjos mecânicos. Para aqueles exigidos pela drenagem agrícola, em condições de operação médias ambos os tipos de retroescavadeiras são tecnicamente aptas. A decisão final de se adotar quaisquer dos equipamentos é uma questão de natureza eminentemente econômica, a ser definida pelo custo médio da unidade de serviço executada. Por outro lado, é interessante ressaltar que operar com escavadeiras hidráulicas não resultará necessariamente num custo unitário de escavação superior àquele resultante do emprego de retroescavadeiras, não obstante o seu custo horário de utilização ser da ordem de 2 - 2,5 vezes superior a estes equipamentos. Sendo que as especificações técnicas das escavadeiras as caracterizam como de aplicação especial, sucede que sua capacidade operacional é, pelo menos, 2,5 - 3,0 vezes superior às retroescavadeiras. Isto supondo as faixas de potência motora nominal citadas.

Para finalizar, ELEMA (1974) e PIZARRO (1976), sugerem que esta sistema deva ser aplicado na instalação de estruturas drenantes em escala relativamente pequena, sobretudo quando não se dispõe de equipamentos tecnicamente especializados.

2.4.3.3 Sistema de instalação mecanizado

NAARDING (1973), reporta que nos últimos vinte anos em muitos países, a drenagem agrícola executada essencialmente por meios manuais, evoluiu para um conjunto de operações altamente mecanizadas. Desenvolveram-se técnicas e práticas que permitiram a redução drástica do tempo requerido para a instalação de redes de drenagem. O emprego de tubos-dreno agrícolas bobináveis, a introdução de processos automáticos de nivelamento e, sobretudo, dos sistemas de instalação mecanizados de elevada capacidade produtiva, contribuíram para esta significativa evolução, conforme conclui FOUSS (1974). O mercado de equipamentos destinados à insta-

lação mecanizada de estruturas de drenagem, atualmente oferece dois sistemas de concepção técnica bastante diferenciados. Além de sua citação, convém descrevê-los com brevidade.

O primeiro, tecnicamente denominado de "sistema de instalação mecanizado por valetamento contínuo", é largamente comentado na literatura especializada. A equipagem padrão deste sistema consiste de um mecanismo escavador, o qual é acoplado e acionado por uma unidade tratora especialmente dimensionada ou adaptada para essa finalidade. O órgão ativo de escavação, em forma de roda ou corrente, e cujos elos são providos de ferramentas cortantes e extratoras, é denominada frezadora. Possui múltiplos recursos para ajustar convenientemente velocidade de avanço, largura e profundidade de operação. Os equipamentos pertinentes a este sistema de instalação atuam praticamente sem restrições técnicas com os materiais tradicionalmente empregados na drenagem agrícola. Executam simultaneamente as operações de escavação das trincheiras de acesso e o assentamento dos materiais de drenagem. O reaterro é procedido em seguida, geralmente com o emprego de equipamentos auxiliares apropriados. Dada a profusão de marcas e modelos existentes no mercado internacional, destinadas às mais variadas obras de drenagem, torna-se relativamente difícil precisar faixas de deslocamento em ordem de serviço e potência motora nominal. Sobre a aplicabilidade do sistema de instalação em apreço, é interessante citar DUNGLAS (1973), que realizou estudos a respeito. Informa que este sistema é apropriado para projetos que exigem elevada densidade de drenagem, com dispêndios de tempo mínimos em manobras. Ademais, dada a sua concepção técnica, é particularmente recomendada para operar em solos que apresentem elevada resistência mecânica.

O segundo sistema de instalação mecanizado, consiste basicamente num arranjo mecânico de subsolador articulado acoplado a uma unidade tratora, conforme descreve REEVE (1978). Foi concebido para operar com tubos-dreno bobináveis. Neste sistema, a instalação do material de drenagem é reduzida a uma única operação. O seu assentamento é procedido simultaneamente com fendimentos do solo à profundidade re-

querida, sob a ação mecânica do subsolador articulado. Embora introduzido no mercado há mais de 18 anos, pode-se afirmar que sua adoção mostra-se vagarosa e hesitante. Segundo o aludido autor, problemas de ordem técnica contribuem para isso. Cita as dificuldades relacionadas com o controle de profundidade e gradiente de assentamento e a elevada potência trativa que requer o sistema em questão.

SOMEREN e ZEIJTS (1973) desenvolveram estudos comparativos de desempenho técnico-econômico em solos holandeses. Não identificaram vantagens significativas desse sobre o sistema de instalação por valetamento contínuo, quanto ao custo unitário de instalação. Contudo, informam que em áreas cujas características permitiram altas velocidades de operação, o sistema de instalação por subsolação se revelou duas vezes mais produtivo que a alternativa por valetamento contínuo.

Mais recentemente, é notável a tendência do mercado em adotar o sistema de instalação por subsolação quando se trata de tubos-dreno bobináveis. Ademais, tem-se difundido largamente a "versão econômica" desse sistema, qual seja o implemento instalador acoplado a um trator de esteiras ou agrícola de elevada potência. Logo, em épocas desfavoráveis às operações de drenagem, a unidade tratora pode desempenhar outras funções expressivas no âmbito da empresa agrícola. Tal possibilidade inexiste no sistema de instalação por valetamento contínuo, cujo equipamento principal constitui um conjunto tecnicamente indivisível.

2.4.2.4 Valetamento mecanizado

Sobre os meios técnicos mecanizados específicos para a instalação de estruturas de drenagem agrícola superficiais, o mercado oferece engenhos apropriados para o valetamento. Trata-se das retroescavadeiras, abordadas em oportunidade anterior. Os equipamentos em questão operam com câmbas especiais, as quais conferem ao dreno a seção adequada.

As frezadoras de discos rotativos, recentemente introduzidas no mercado nacional, constituem outra opção técnica que vem alcançando expressão notável no valetamento mecanizado para fins agrícolas. São implementos de um ou dois rotores acoplados a um trator agrícola e acionados pela tomada de força. Os discos frezadores são ajustados de acordo com a seção do dreno desejada. Relativamente leves, apresentam grande produtividade quando operam em materiais de primeira categoria.

2.4.3.5 Métodos de controle de profundidade e gradiente de instalação

Para um desempenho hidráulico satisfatório, as estruturas de drenagem exigem assentamento a uma profundidade e gradiente tecnicamente adequadas. Quaisquer que sejam os recursos empregados na sua instalação, há necessidade de se aferir aquelas dimensões. Na operação com sistemas de instalação não-mecanizados ou semi-mecanizados, o controle da profundidade e gradiente pode ser executado com gabaritos ou instrumentos de nivelamento topográfico convencionais. Entretanto, os sistemas de instalação mecanizados, face a sua elevada velocidade de operação, exigem métodos de aferição preferencialmente automatizados.

Em 1971, introduziu-se no mercado um novo conceito de controle de profundidade e gradiente. Trata-se de um sistema automático, baseado no princípio da emissão direcionada de raios laser, conforme descreve TEACH (1972). Operacionalmente, o sistema compõe-se das unidades energéticas, emissora, de recepção, de processamento e contadores. BELTRAME e CAUDURO (1982) as descreveram em pormenores técnicos e apontam as múltiplas vantagens decorrentes do emprego deste sistema.

2.4.4 Manejo das obras de drenagem agrícola

Uma vez implantado o plano de drenagem, sua eficiência e durabilidade é somente obtida procedendo-se a um ma-

nejo adequado. Consiste quase exclusivamente de operações de manutenção ou seja, limpeza, conservação e restauração das estruturas de drenagem. Na literatura especializada, ELEMA (1974), DRUIJFF (1974) e PIZARRO (1976), apresentam práticas de manutenção de drenos superficiais. Abordam aspectos do controle da vegetação aquática e dos taludes, remoção de sedimentos e restauração de seções. Discutem a aplicabilidade dos recursos de manutenção daquelas estruturas sejam eles por meios manuais, mecanizados, químicos ou físicos. RAADSMA (1974), por outro lado, comenta a manutenção de tubos-dreno agrícolas, detalhando técnicas de extração de sedimentos, notadamente aquela que emprega água pressurizada.

2.5 CUSTOS DA DRENAGEM AGRÍCOLA

A literatura especializada é relativamente omissa no tratamento dos custos envolvidos na implementação de sistemas de drenagem agrícola.

SOMEREN (1973), SOMEREN e ZEIJTS (1973), DIERICKX e LEYMAN (1973), estimaram custos de instalação em diversos países europeus. Os valores levantados decorreram de inúmeras combinações de materiais e sistemas de instalação sob condições locais específicas. As estimativas foram apropriadas a partir do custo unitário dos diversos itens (materiais, equipamentos, mão-de-obra e taxas adicionais e/ou bonificações), que compõem o procedimento ou operações de instalação das redes de drenagem. Todavia, os autores supracitados salientam que as informações obtidas são de caráter limitado, face às particularidades locais que condicionaram as estimativas por eles levantadas.

Finalmente, a literatura disponível sobre a drenagem agrícola, quando faz referência aos ônus que nela incidem, nada inclui de significativo sobre os custos de seu manejo.

2.6 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTO

De FARO (1969), extraem-se os conceitos que se seguem.

Por alternativa de investimento entende-se a inversão de capital em determinado empreendimento, quer seja de uma aplicação no mercado de capitais ou a montagem de uma unidade produtiva, com a finalidade de obtenção de receitas.

Ao contemplar-se uma alternativa de investimento, inicialmente os estudos de engenharia e de economia devem fornecer o seu cronograma financeiro ou fluxo de caixa. Isto é, estudos preliminares estimarão as despesas e receitas que deverão ocorrer ao longo do tempo de duração do projeto, caso seja adotado. Na rubrica concernente às despesas, estarão incluídos os custos de investimento inicial, capital de giro necessário à implementação do empreendimento, bem como os custos de operação e manutenção do mesmo.

Duas ou mais alternativas de investimento são ditas tecnicamente compatíveis, se a execução de qualquer delas não implicar na impossibilidade de execução simultânea das demais; em caso contrário, os projetos são denominados incompatíveis ou mutuamente exclusivos.

Como contrapartida econômica da noção de compatibilidade, baseada nas especificações tecnológicas dos empreendimentos, tem-se o conceito de dependência. Duas ou mais alternativas de investimento são ditas independentes quando a execução de uma delas não acarreta alterações nas estimativas dos fluxos de caixa associadas as demais; em caso contrário, os projetos são denominados dependentes.

Por avaliação de uma alternativa de investimento entende-se o cotejo do número a ser obtido mediante a aplicação, aos fluxos de caixa a ele associados, de um método ou critério de avaliação econômica, com um outro número previamente fornecido. Dependendo do resultado dessa comparação, o projeto será dito economicamente viável ou interessante, segundo o critério utilizado.

HEIN JÚNIOR (1975), complementa que, na prática, os diversos critérios de avaliação econômica de investimentos, conforme a natureza do problema, podem ainda fornecer as estimativas seguintes:

- a. do máximo capital necessário para se obter determinada rentabilidade;

- b. da mínima produção e/ou receita necessária para justificar economicamente um investimento financeiro;
- c. do tempo de amortização ou tempo mínimo necessário para o retorno do investimento;
- d. da rentabilidade do investimento, valor da amortização ou taxa mínima de retorno do investimento.

2.6.1 Critérios de avaliação econômica

O número de critérios encontrados na copiosa literatura existente sobre o assunto é muito vasto. Cada um deles parte de determinadas premissas, não existindo um consenso geral quanto ao mais indicado. De uma maneira geral, os métodos de avaliação econômica de investimentos podem ser classificados em dois grandes grupos:

- a. aqueles em que não se considera a variação que o capital sofre com o tempo. São de aplicação restrita, via de regra, aos projetos que permitam alta liquidez do empreendimento e rápida recuperação do capital investido;
- b. aqueles em que é levada em conta a variação que o capital sofre com o tempo.

Não obstante a observação inicial, os autores que tratam do assunto entendem que a avaliação econômica de investimentos somente poderá ser desenvolvida de maneira adequada quando são empregados critérios baseados no princípio da equivalência dos fluxos de caixa.

De acordo com as explanações de MARIM (1978), o emprego desses critérios pressupõe a adoção de uma taxa de juros ou de descontos. O tema será objeto de observações complementares mais adiante.

Face a extensão da bibliografia disponível sobre os métodos de avaliação econômica pertinentes ao grupo b, o assunto terá um tratamento dirigido aos interesses do presente trabalho de pesquisa. Para tanto, serão abordados somente os critérios do valor atual e do valor anual de um investimento financeiro.

a) Critério do valor presente (V_p)

Considerada a uma taxa i sob forma unitária e que seja relacionada ao mesmo período que o valor de tempo entre receitas (r) e despesas (d) consecutivas, define-se o valor atual, na época zero, de um projeto como sendo (FARO, 1969):

$$V_p = \sum_{j=0}^n (r_j - d_j) (1 + i)^{-j} \quad (1)$$

O termo $(1 + i)^{-j}$, é genericamente denominado na matemática financeira de *fator de valor atual a taxa i para o prazo j* . Verifica-se, pois, que considerando-se o regime de juros compostos a taxa i , o valor atual de um projeto nada mais é do que a soma algébrica dos valores descontados dos fluxos de caixa a ele associados. Conceitualmente, na avaliação dos resultados obtidos para uma taxa de juros considerada, se:

$V_p = 0$, significa que o valor atribuído na data presente a série de receitas, é financeiramente equivalente a série de despesas; neste caso é indiferente realizar ou não o investimento.

$V_p < 0$, a série de receitas é inferior às despesas e, por conseguinte, indica ser o investimento economicamente injustificável.

$V_p > 0$, obviamente o empreendimento é interessante, posto que a série de receitas é superior às despesas, com relação à taxa estipulada.

Ademais, a alternativa de investimento será tanto mais atrativa quanto maior for o seu valor atual positivo. A ordenação global de um elenco de alternativas de investimento, e portanto a relação, depende da taxa de juros empregada na determinação do valor atual de cada projeto. Por outro lado, a posição relativa na escala de preferência de projetos que possam ser cotejados por simples inspeção de seus fluxos de caixa, não será alterada.

b) Critério do valor anual (V_A)

Este método consiste na conversão do fluxo de caixa

associado a cada alternativa de investimento avaliada em uma série uniforme equivalente anual. Portanto, a anuidade equivalente do conjunto de receitas (r) e despesas (d), descontada a taxa i , por um período de duração n , de um projeto de investimento será fornecido por (MAYER, 1977):

$$V_A = \left[\sum_{j=0}^n (r_j - d_j)(1+i)^{-j} \right] \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

O termo $i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$, é genericamente denominado na matemática financeira de *fator de recuperação de capital*. Obviamente, quando o empreendimento apresenta receitas e despesas operacionais constantes durante o seu período de duração, pode-se afirmar que estes já se acham expressos por uma série anual uniforme. Por conseguinte, nada mais se exige em relação a eles.

Segundo o autor retrocitado, o emprego do presente critério é bastante difundido nos meios técnicos, mais familiarizados com o conceito de valor atual do que os demais existentes na literatura específica. Naturalmente a denominação atribuída ao método em questão prescinde que o período de comparação seja necessariamente o "ano".

Quando a interpretação dos resultados obtidos processando-se os fluxos de caixa dos projetos de investimento pelo método exposto, se:

$V_A = 0$, significa que as séries uniformes anuais de receitas e despesas são financeiramente equivalentes; portanto, é indiferente executar ou não o empreendimento;

$V_A < 0$, a série uniforme anual de receitas é inferior às despesas; por conseguinte, a realização do investimento é economicamente desaconselhável;

$V_A > 0$, obviamente o empreendimento é economicamente interessante, uma vez que a série uniforme anual de receitas é superior às despesas, em relação a taxa de juros e o período de duração estipulado para o investimento. Quanto maior for o valor anual positivo, tanto mais atrativo é o investimento na escala de preferência.

2.6.2. Taxa de juros.

Pode-se definir juros como o montante pago pelo recurso financeiro emprestado a terceiros ou como remuneração do capital empregado em empreendimentos produtivos.

PUCCINI et alii (1979) descrevem as causas a que se deve a existência de juros como custo de capital nas análises de investimento. Dentre elas destacam-se a inflação, os conceitos de utilidade, oportunidade e risco associados ao projeto.

MAYER (1977) salienta que em qualquer comparação de alternativas de investimento, a administração deve levar em conta as despesas de juros inerentes a cada opção. Isto significa que, além da descrição de cada alternativa em termos de exigências financeiras, a empresa deverá adotar uma taxa para estimar as despesas de juros geradas pelo investimento, quer sejam desembolsos diretos, quer sejam sob a forma de custo de oportunidade. A magnitude desta taxa depende daquela que deverá ser paga para a captação de recursos financeiros externos ou da taxa que a empresa puder obter em outros investimentos equivalentes em termos fiscais e de risco.

Convém ressaltar que a elevação das expectativas de risco e incerteza futura associada a um projeto de investimento, resulta num aumento imediato da taxa de juros mínima aceitável para o caso específico. Elevadas taxas de juros prejudicam sobretudo investimentos de longa duração.

NEVES (1981), em sua obra expõe detidamente o assunto. Descreve a natureza das incertezas, sua análise e os métodos de decisão sob condições de risco.

2.6.3 Avaliação econômica de investimentos com vidas úteis diferentes

Geralmente problemas de engenharia econômica implicam na avaliação de alternativas de investimento exclusivas com vidas úteis distintas. Porém, não basta comparar simplesmente os fluxos de caixa associados a cada alternativa

pelos critérios existentes. Há necessidade de tornar as propostas de investimento num caso de vidas úteis equivalentes, ou seja, com o horizonte de duração comum. Para tanto, encontram-se na literatura especializada dois procedimentos, descritos por FARO (1969).

O primeiro consiste em tomar como período de estudos o mínimo múltiplo comum entre as vidas úteis dos projetos que estão sendo cotejados. Contudo, este procedimento nem sempre é viável. Há casos em que o mínimo múltiplo comum pode superar o horizonte de dados, colocando a análise fora do espaço determinístico que se está assumindo. Ademais, admite-se explicitamente que os investimentos serão renovados ao término de sua vida útil, até completar o horizonte de duração comum aos projetos avaliados, nas mesmas condições. Esta hipótese não é muito plausível face a evolução tecnológica a que estão sujeitas os empreendimentos produtivos.

O segundo procedimento se baseia na estimativa dos valores residuais ao fim da vida útil do projeto que a tem menor para as demais alternativas. Embora reconhecendo as dificuldades que residem nestas estimativas, o autor supra-mencionado afirma que esta opção deverá ser a preferível, pois não colocará o espaço determinístico fora do horizonte de dados disponíveis. Para contornar a dificuldade levantada, o autor sugere que as mesmas sejam determinadas a partir dos dados originais do projeto. O valor residual deve ser atualizado, calculado à taxa interna de retorno dos fluxos de caixa líquidos posteriores ao fim da vida útil da alternativa de menor duração.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES

Seguem-se a apresentação e especificação das alternativas propostas, sintetizadas a partir dos sistemas, materiais de drenagem e meios técnicos de instalação. Em conjunto, compõem o elenco de opções consideradas potencialmente adotáveis nas referidas áreas.

3.1.1 Sistemas de drenagem agrícola

Não obstante as restrições técnicas que pesam contra o emprego do sistema de drenagem agrícola superficial, ainda se constitui na alternativa mais tradicional. É razoável propô-la e proceder considerações técnico-econômicas a seu respeito. Para tanto, há que se caracterizar a estrutura efetivamente operacional do sistema. Na prancha 01, constam as especificações técnicas gerais da seção transversal média, adotada para o dreno agrícola superior primário.

Será também alvo de considerações no presente trabalho de pesquisa, o sistema de drenagem subsuperficial (do tipo misto). Os materiais tecnicamente adequados para comporem as estruturas de drenagem primárias desse sistema, serão abordados a seguir.

3.1.2 Materiais de drenagem agrícola

3.1.2.1 Tubos-dreno

Serão adotadas três opções. Primeiro, tubos-dreno agrícolas termocerâmicos, cujas especificações técnicas gerais constam na prancha 02. Segue-se a segunda opção, com o emprego dos tubos-dreno de PVC rígido corrugado. Ao contrário dos demais, trata-se de um material de aplicação geral. Na prancha 03, estão as suas especificações técnicas gerais. E finalmente, a terceira alternativa, não procedente do mer-

cado nacional, envolvendo tubos-dreno agrícolas de PVC flexíveis corrugados. Suas especificações técnicas gerais constam na prancha 04.

3.1.2.2 Materiais granulares drenantes

Será também proposto o emprego de estruturas drenantes com material granular, à base de pedra britada nº 3. Este material é facilmente encontrado no mercado local. As especificações técnicas gerais do maciço drenante constam na prancha 05, cujas seções são equivalentes às dos tubos-dreno adotados.

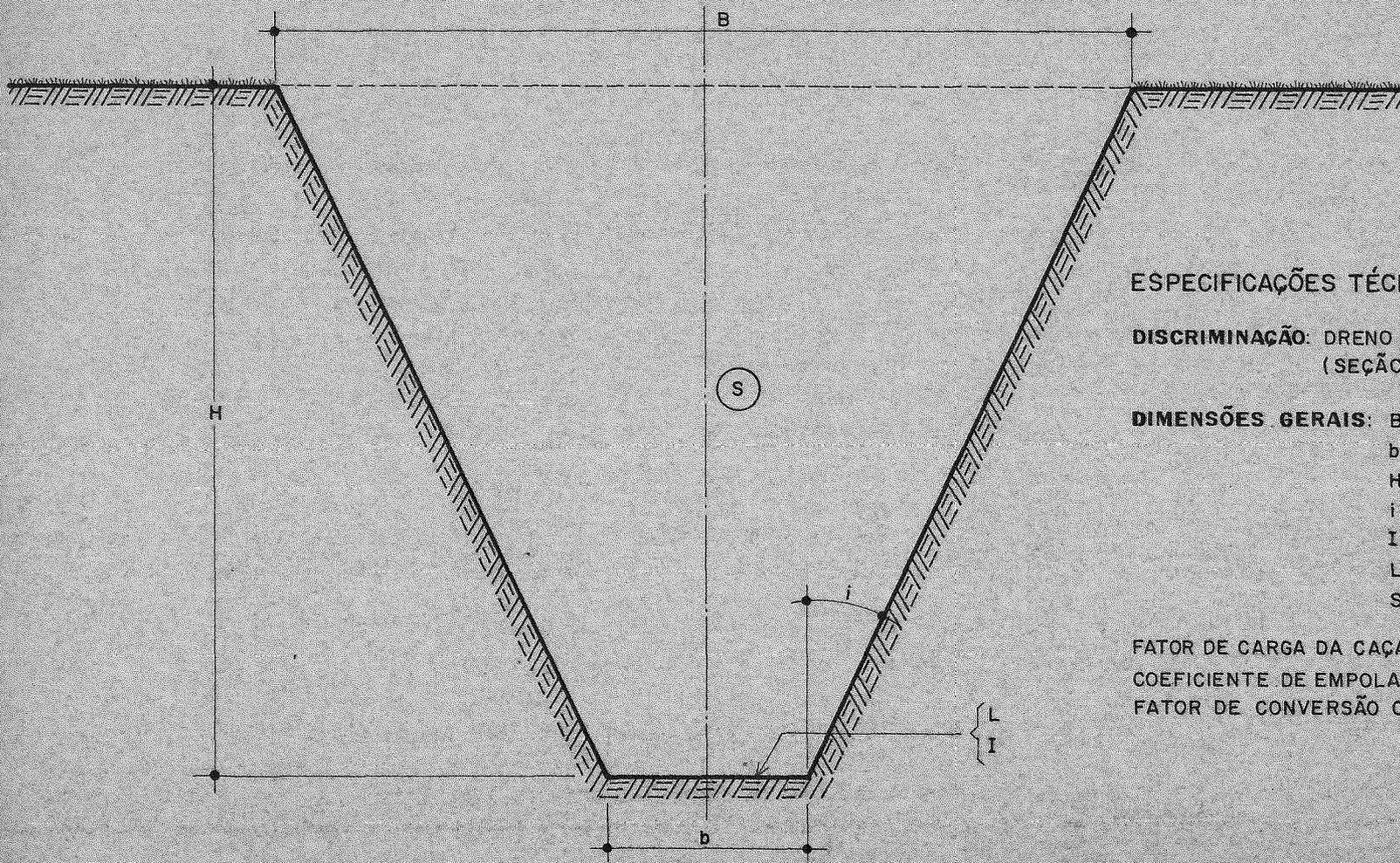
3.1.2.3 Materiais filtrantes

Os tubos-dreno e maciços granulares drenantes serão envelopados com geotêxtil não-tecido. Objetiva-se com isso maximizar a vida útil técnica das estruturas de drenagem, reduzindo os riscos de colmatação. As especificações técnicas gerais do material filtrante adotado constam na prancha 06. Na prancha 07 encontram-se as especificações técnicas gerais das estruturas de drenagem definitivas propostas.

A aplicação do referido material segue as recomendações técnicas contidas em publicação especial da RHODIA S/A (1980).

3.1.2.4 Componentes especiais

Os drenos primários quando empregam materiais de drenagem, requerem alguma proteção adicional nas extremidades de jusante com estruturas de desague. Colima-se com esta medida, a redução dos riscos de quebra das ponteiros dos mesmos, abrigo de animais silvestres de pequeno porte e, sobretudo, a erosão local dos taludes dos drenos coletores. A prancha 08 ilustra e especifica as concepções técnicas das estruturas de desague ou terminais propostos.



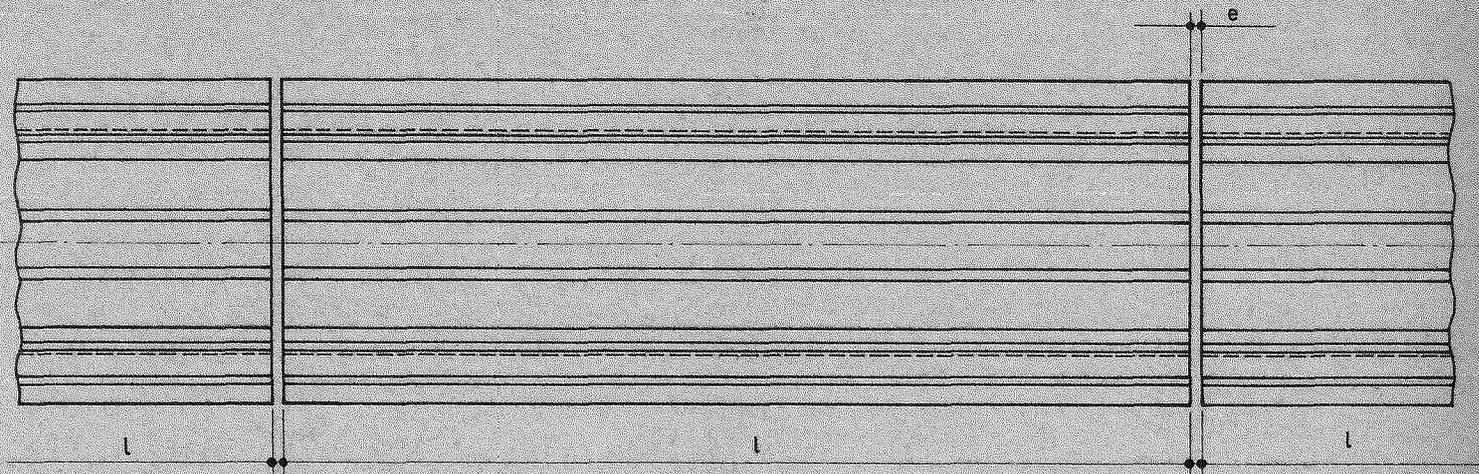
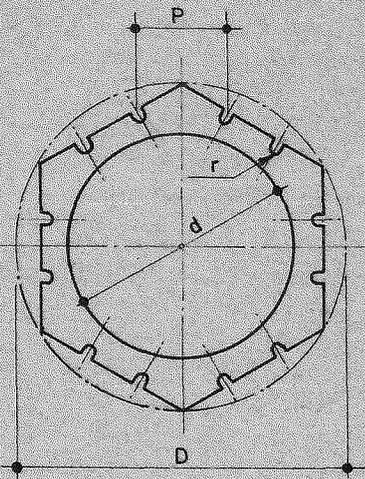
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: DRENO AGRÍCOLA SUPERFICIAL PRIMÁRIO
(SEÇÃO MÉDIA)

DIMENSÕES GERAIS: B = 1280 mm
 b = 300 mm
 H = 1050 mm
 i = 25°
 I = 0,1 %
 L = 100 m
 S = 0,83 m²

FATOR DE CARGA DA CAÇAMBA PARA ARGILA MOLHADA: 1,0
 COEFICIENTE DE EMPOLAMENTO PARA ARGILA MOLHADA: 40 %
 FATOR DE CONVERSÃO CORRESPONDENTE: 0,714

DRENO AGRÍCOLA SUPERFICIAL PRIMÁRIO (SEÇÃO MÉDIA)			PRANCHA Nº 01
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 01/11/82	VISTO: <i>[Signature]</i>	FOLHA Nº 43



ESC. 1:2,5

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMOCERÂMICO (SEGMENTO).

PROCEDÊNCIA: BRASIL (INÚMEROS FABRICANTES).

DIMENSÕES GERAIS:

D = 108 mm

d = 75 mm

L = 300 mm

P = 30 mm

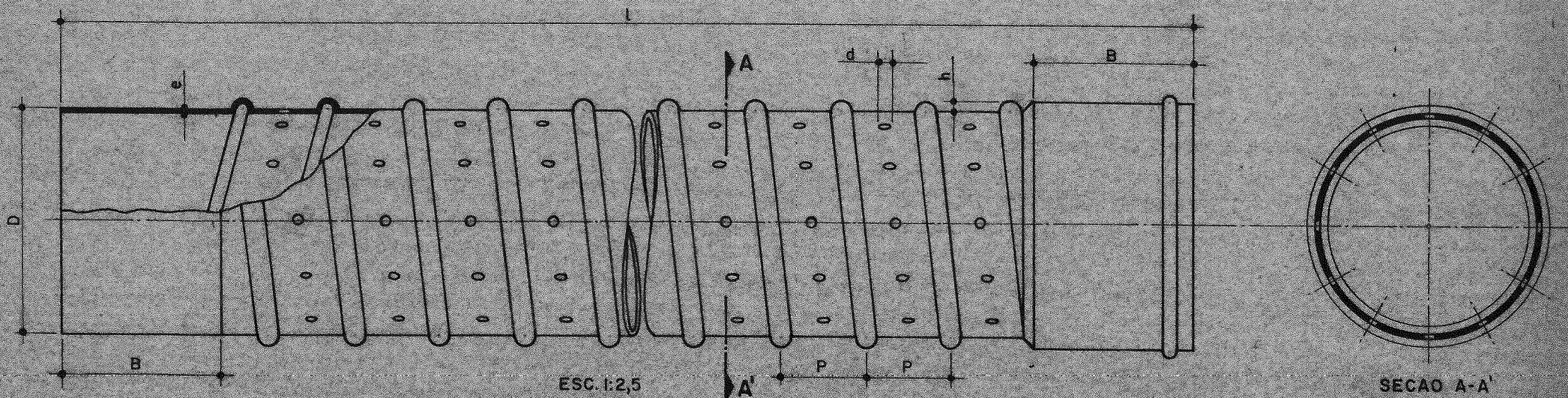
r = 2 mm

e = 3 mm

SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO UNITÁRIA APROXIMADA: $2,1 \cdot 10^{-3} \text{m}^2/\text{m}$.

PESO UNITÁRIO APROXIMADO: 3,33 Kg/peça.

TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMOCERÂMICO (SEGMENTO)			PRANCHA Nº 02
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 10/11/82	VISTO: <i>[assinatura]</i>	FOLHA Nº 14



ESC. 1:2,5

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: TUBO-DRENO DE PVC RÍGIDO, CORRUGADO.

PROCEDÊNCIA: BRASIL

MARCA: TIGRE (CIA. HANSEN INDUSTRIAL).

DIMENSÕES GERAIS:

D = 75 mm

B = 65 mm

l = 6.000 mm

e = 1,7 mm

h = 4 mm

P = 38 mm

d = 4,5 mm

NÚMERO DE CRIVOS NA SEÇÃO TRANSVERSAL: 12

NÚMERO DE CRIVOS POR METRO LINEAR : 312

SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO UNITÁRIA: $4,96 \cdot 10^{-3} \text{m}^2/\text{m}$

PESO UNITÁRIO: 0,510 Kg/m.

TUBO-DRENO DE PVC RÍGIDO, CORRUGADO

PRANCHA Nº 03

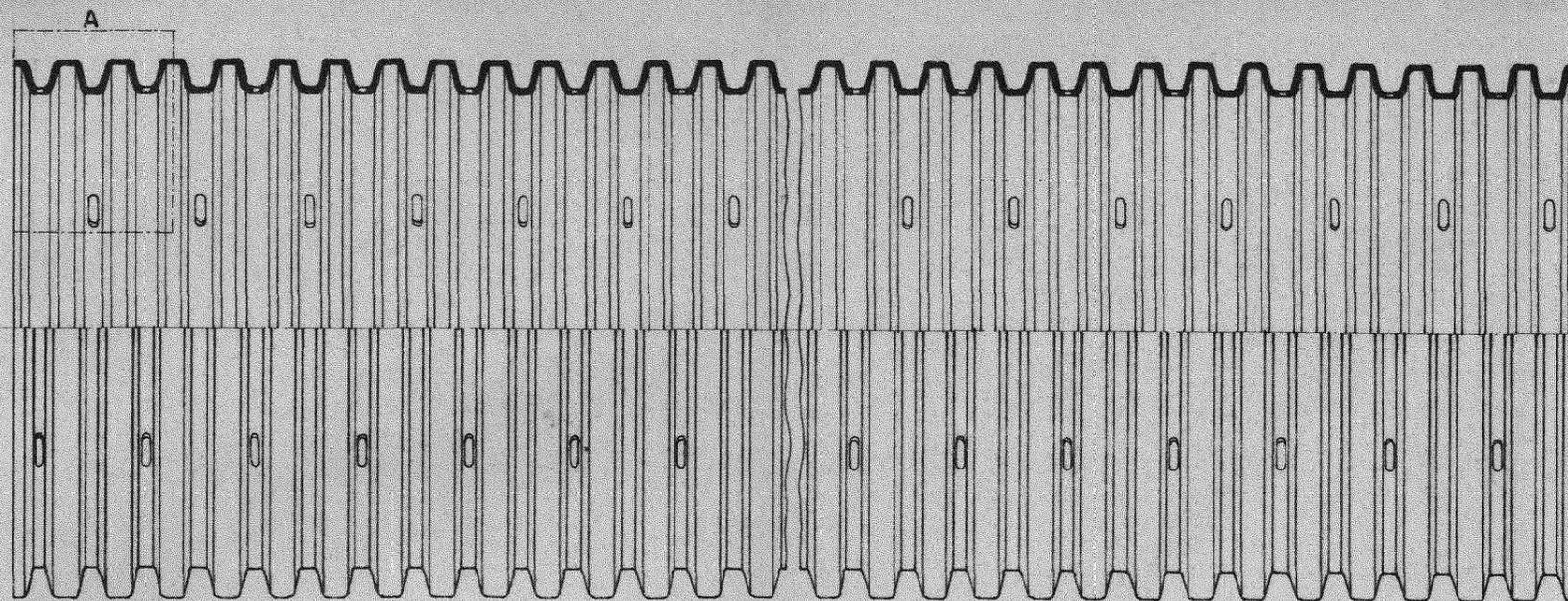
FONTE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES DA HANSEN INDUSTRIAL, 1982

DESENHISTA: Milton Pereira

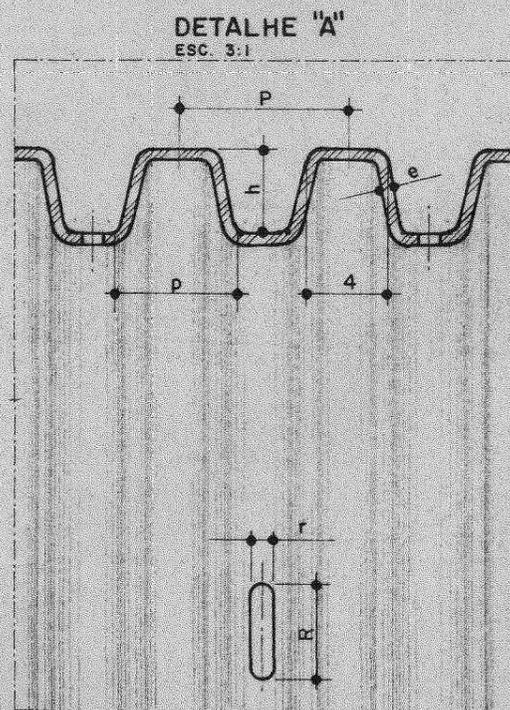
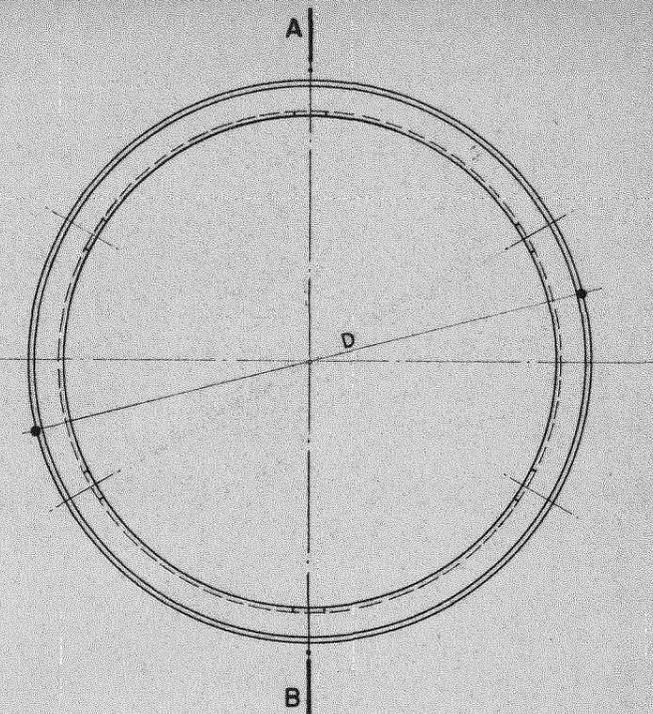
DATA: 11/11/82

VISTO: *[assinatura]*

FOLHA Nº 45



1/2 CORTE A-B
ESC. 1:1



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: TUBO-DRENO AGRÍCOLA DE PVC FLEXÍVEL, CORRUGADO.
 PROCEDÊNCIA: REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA
 MARCA: FRÄNKISCHE

DIMENSÕES GERAIS:

D	80 mm
r	1,0 mm
R	4,5 mm
P	8,0 mm
p	6,0 mm
h	4,0 mm
e	0,5 mm

DISPOSIÇÃO DOS CRIVOS: INTERCALADOS
 SEÇÃO DA CORRUGAÇÃO: TRAPEZOIDAL
 DISPOSIÇÃO DAS CORRUGAÇÕES: PARALELAS
 NÚMERO DE CRIVOS POR SEÇÃO TRANSVERSAL: 6
 NÚMERO DE CRIVOS POR METRO DE TUBO-DRENO: 420
 SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO: $1,89 \cdot 10^{-3} \text{m}^2/\text{m}$
 PESO UNITÁRIO 0,31 Kg/m

APRESENTAÇÃO COMERCIAL	BOBINAS
COMPRIMENTO DA BOBINA	100 m
PESO DA BOBINA	31 Kg

MARCAS SIMILARES *

MARCA	PROCEDÊNCIA
HEGLER	RFA
OLTMANN	RFA
LAMFLEX	INGLATERRA
DRENOFLEX	ITÁLIA

* ATENDE NORMAS DIN 1187 RFA; KOMO-K16-HOLLAND; BS 4962-UK; DSR 2077-DENMARK, CTGREF-FRANCE.
 FONTE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, FRANKISCHE (1982).

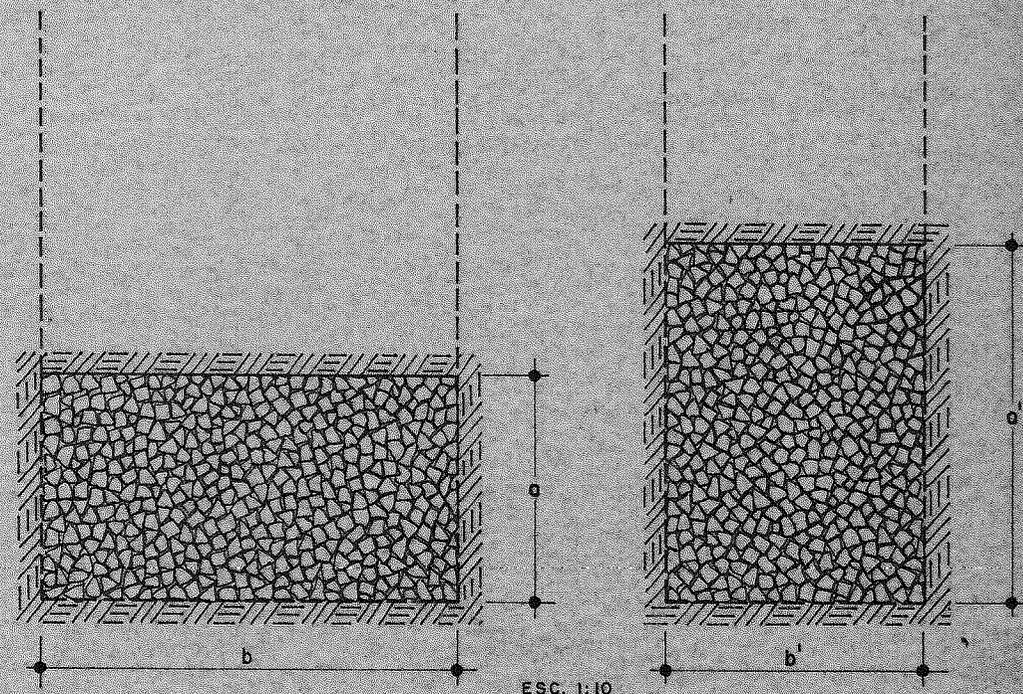
TUBO-DRENO AGRÍCOLA DE PVC FLEXÍVEL, CORRUGADO		PRANCHA Nº 04
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 27/11/82	VISTO: <i>J. Moraes</i>
		FOLHA Nº 46

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: DRENO AGRÍCOLA COM MATERIAL GRANULAR
DRENANTE (BRITA Nº 3)

DIMENSÕES GERAIS:

a	300 mm
b	550 mm
a'	478 mm
b'	345 mm
GRANULOMETRIA	25 - 50 mm
COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE	45 cm/s
ÍNDICE DE VASIOS	50 %
PESO ESPECÍFICO DO MATERIAL	1600 Kg/m ³
COEFICIENTE DE EMPOLAMENTO CONSIDERADO	20 %
FATOR DE CONVERSÃO CORRESPONDENTE	0,83
CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAL GRANULAR DRENANTE	0,198 m ³ /m



a { DIMENSÕES CORRESPONDENTES AO SIS-
b { TEMA DE INSTALAÇÃO SEMIMECANIZADO.

a' { DIMENSÕES CORRESPONDENTES AO
b' { SISTEMA DE INSTALAÇÃO POR VALE-
TEAMENTO CONTÍNUO.

DRENO AGRÍCOLA COM MATERIAL
GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3)

PRANCHA Nº 05

DESENHISTA: Milton Pereira

DATA: 28/11/82

VISTO:

FOLHA Nº 47

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: GEOMEMBRANA GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO MARCA BIDIM, TIPO OP-20 (RHODIA)

PROCEDÊNCIA: BRASIL

MARCA: BIDIM (RHODIA)

TIPO: OP 20 *

POLÍMERO EMPREGADO: POLIÉSTER (FILAMENTOS CONTÍNUOS)

PROCESSO DE FABRICAÇÃO: AGULHAGEM

ESPESSURA: 2,9 mm (NÃO SUBMETIDO À CARGAS)

PESO POR UNIDADE DE ÁREA: 0,20 kg/m²

ÍNDICE DE POROSIDADE: 90%

PERMEABILIDADE NORMAL: $2,2 \cdot 10^{-1}$ cm/s

PERMEABILIDADE RADIAL: $6,0 \cdot 10^{-2}$ cm/s (NÃO SUBMETIDO À CARGAS)

DIÂMETRO DE FILTRAÇÃO: 125 μ

RESISTÊNCIA À RUPTURA MONODIRECIONAL: 45 kg/5 cm

RESISTÊNCIA À RUPTURA MULTIDIRECIONAL: 15 kg/cm

RESISTÊNCIA AO ESTOURO: 25 kg/cm²

APRESENTAÇÃO COMERCIAL: BOBINAS ENVOLVIDAS EM PELÍCULA DE POLIETILENO

DIÂMETRO: 860 mm

LARGURA DA MANTA: 2.150 mm

ÁREA: 677 m²

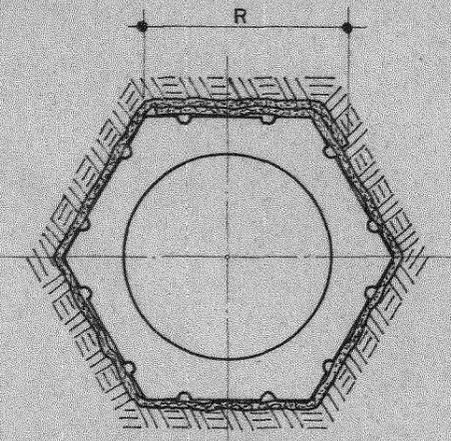
PESO MÉDIO DA BOBINA: 135 kg

* NA FRANÇA, POR EXEMPLO, EMPREGA-SE O BIDIM TIPO DRENAGEM AGRÍCOLA (PESO POR UNIDADE DE ÁREA: 0,170 kg/m²)
CUJAS CARACTERÍSTICAS LHE CONFEREM APLICAÇÃO ESPECÍFICA NA DRENAGEM AGRÍCOLA.

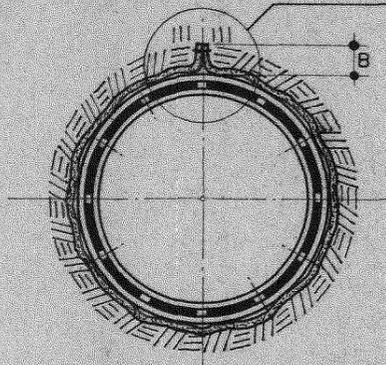
OUTRAS MARCAS (PROCEDÊNCIA NACIONAL)

MARCA	FABRICANTE	MATERIAL
FIBRAVID	CIA. VIDRAÇARIA	VIDRO
FETRO JARDIM	SANTA MARINA	(CALHA)
GEOTÊXTIL OBERLENE	OBER S/A	POLIÉSTER OU POLIPROPILENO OU AMBOS
NEEDLONA	RENNER	POLIÉSTER OU POLIPROPILENO OU AMBOS

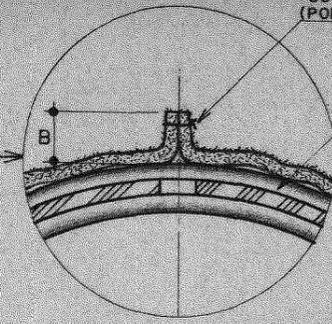
GEOMEMBRANA GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO			FRANCHA Nº 06
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 16-12-82	VISTO:	FOLHA Nº 48



TUBO-DRENO AGRÍCOLA
TERMO-CERÂMICO Ø 75mm

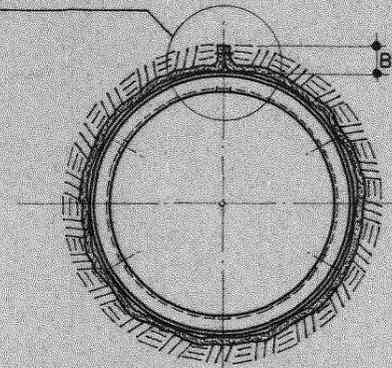


TUBO-DRENO PVC
RÍGIDO, CORRUGADO Ø 75 mm

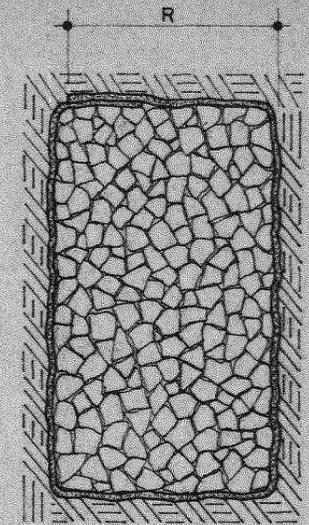


COSTURA COM FIO MULTIFILAMENTADO
(POLIESTER, POLIAMIDA, NYLON, ETC.)

PAREDE DO TUBO-DRENO



TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC
FLEXÍVEL, CORRUGADO Ø 80 mm



DRENO AGRÍCOLA COM MATERIAL
GRANULAR DRENANTE
(BRITA Nº 3)

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: ENVELOPAMENTO DE MATERIAIS DE DRENAGEM COM GEOMEMBRANA
GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO MARCA BIDIM, TIPO OP-20 (RHODIA).

MATERIAL DE DRENAGEM	LARGURA DA MANTA INCLUINDO O RECOBRIMENTO (R) OU A BAÍNHA (B) * (m)	CONSUMO UNITÁRIO DE MANTA (Kg/m)
TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO Ø 75 mm	0,390	0,078
TUBO-DRENO PVC RÍGIDO, CORRUGADO, Ø 75 mm	0,322	0,064
TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL, CORRUGADO, Ø 80 mm	0,326	0,065
DRENO AGRÍCOLA COM MATERIAL DRENANTE GRANULAR (BRITA Nº 3) **	2,04	0,408

* R = RECOBRIMENTO OU SOBREPOSIÇÃO; 20% DE LARGURA BÁSICA.
B = BAÍNHA; 0,05 m SOBRE A LARGURA BÁSICA.

** AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS REFEREM-SE À SEÇÃO DRENANTE DECORRENTE DA INSTALAÇÃO POR MEIO SEMIMECANIZADO, SENDO INSIGNIFICANTE AS DIFERENÇAS DAQUELA RESULTANTE DA INSTALAÇÃO MECANIZADA POR VALETEAMENTO CONTÍNUO.

ENVELOPAMENTO DE MATERIAIS DE DRENAGEM
COM GEOMEMBRANA GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO

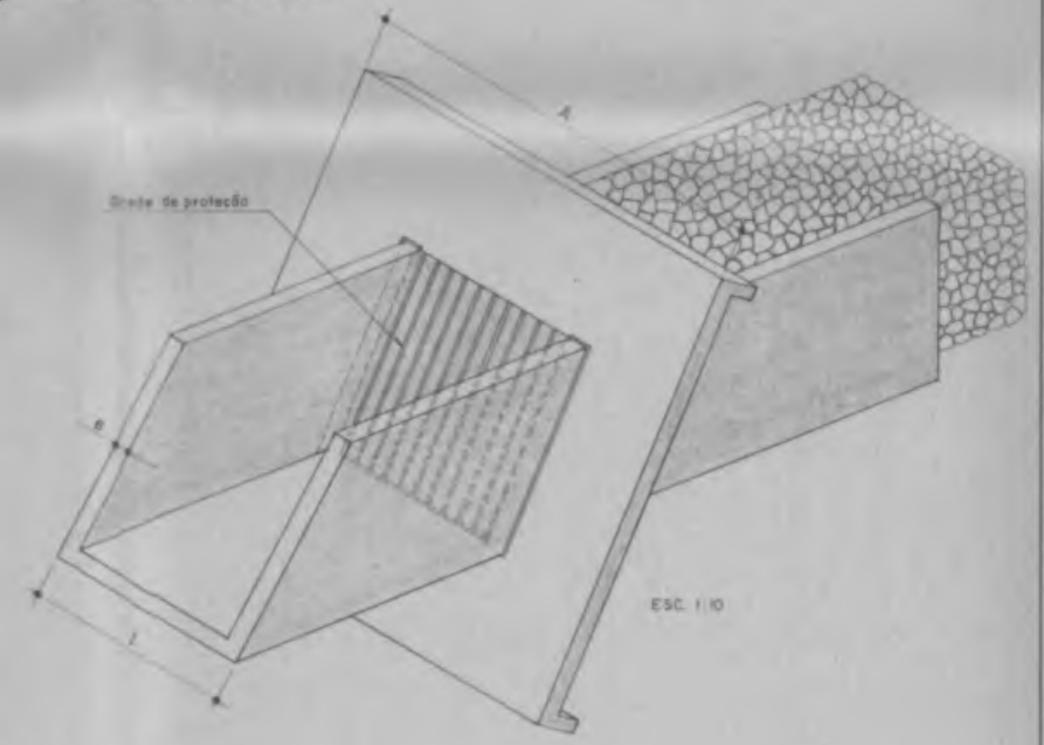
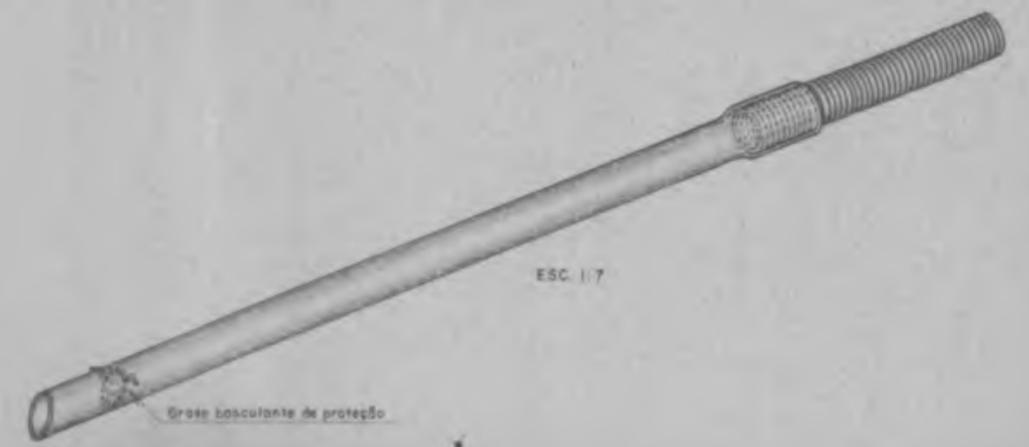
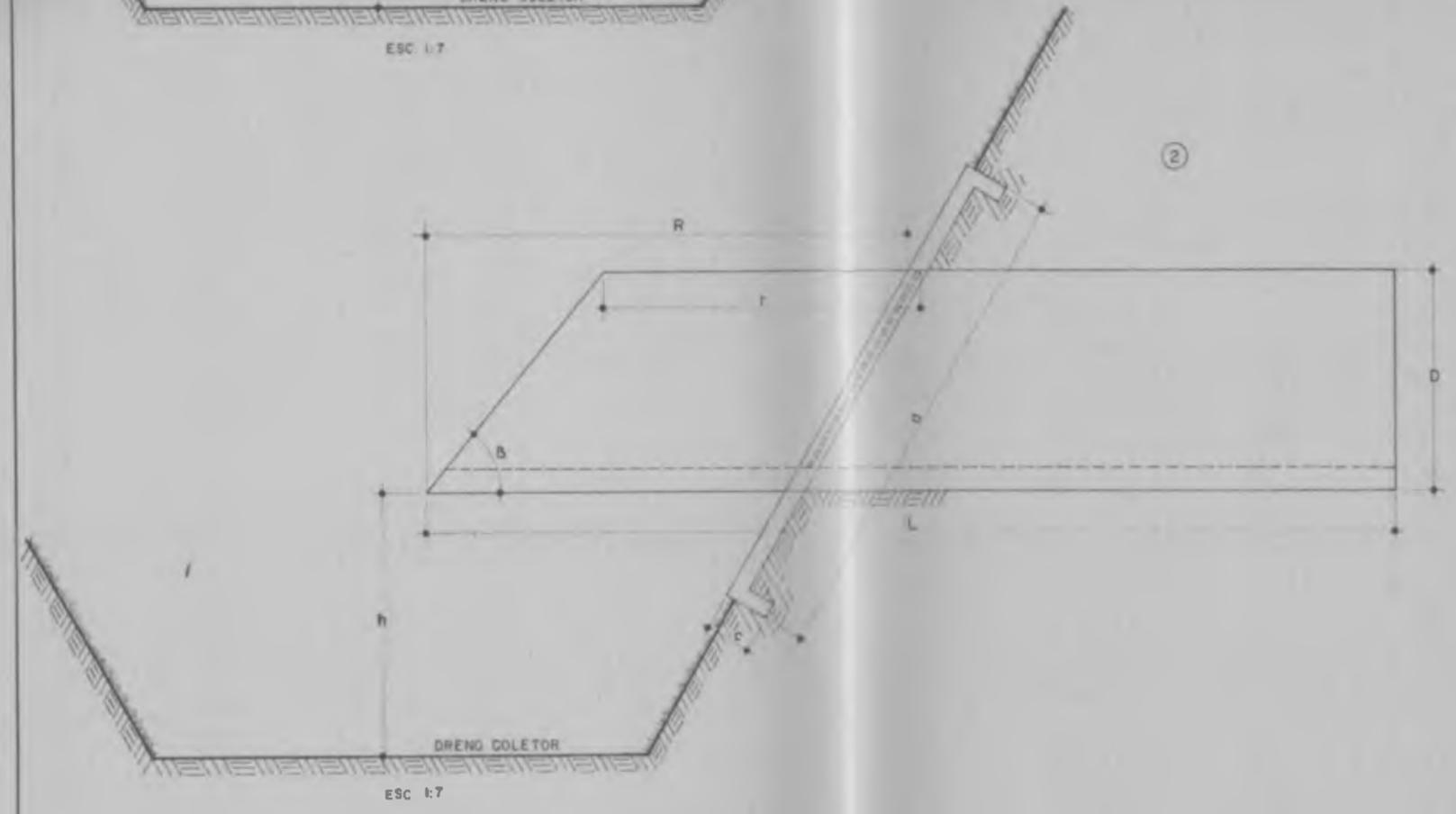
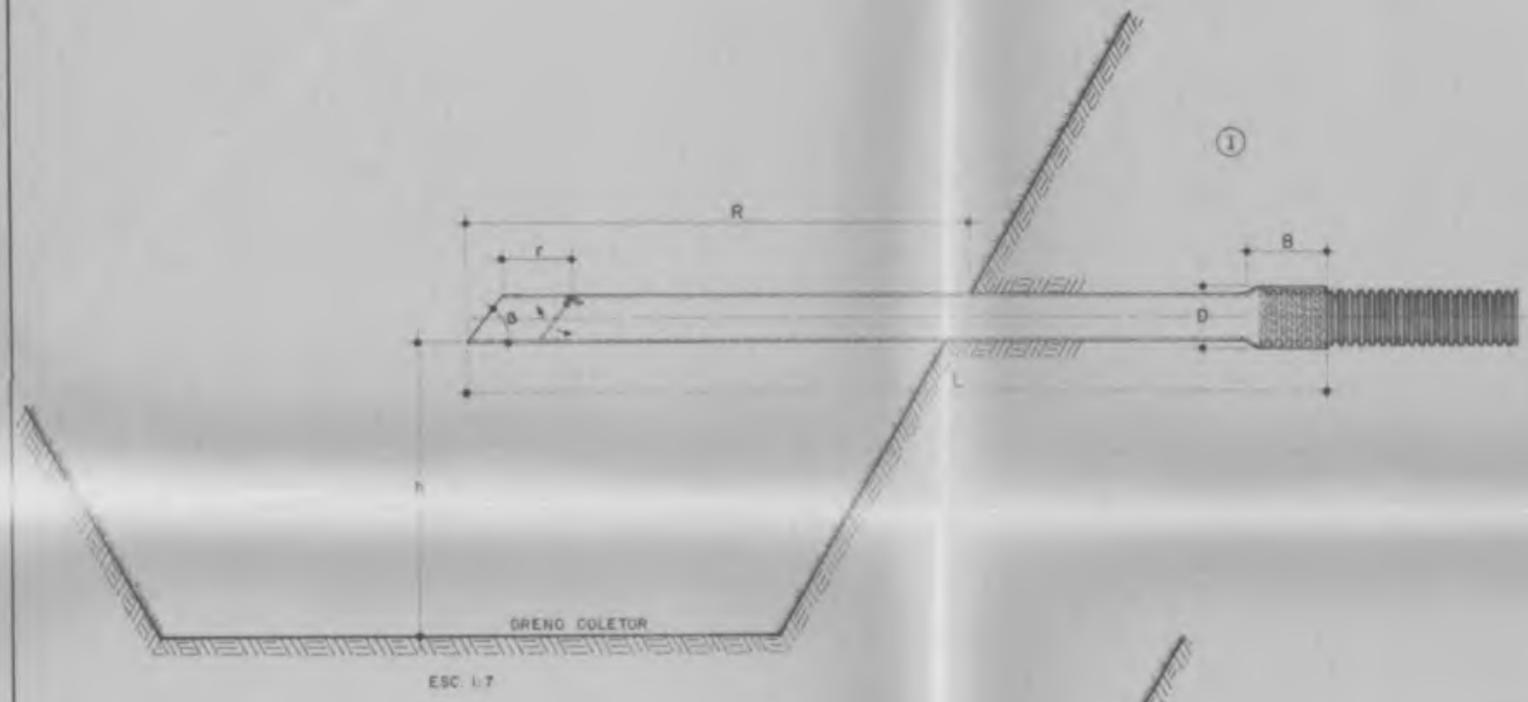
PRANCHA Nº 07

DESENHISTA: Milton Pereira

DATA: 14/12/82

VISTO: *[Signature]*

FOLHA Nº 49



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: ESTRUTURAS (TERMINAIS) DE DESAGUE PARA TUBOS-DRENO ① E DRENOS COM MATERIAL GRANULAR DRENANTE ② (CONCEPÇÕES TÉCNICAS).

DIMENSÕES GERAIS:

①	②
L - 1200 mm	1500 mm
h - 400 mm	400 mm
R - 700 mm	750 mm
r - 100 mm	500 mm
D = 85 mm	335 ^{mm} - 548 ^{mm}
B = 100 mm	-
l = -	820 ^{mm} - 415 ^{mm}
a = -	35 mm
c = -	70 mm
A = -	1020 ^{mm} - 815 ^{mm}
a = -	735 ^{mm} - 948 ^{mm}
MATERIAL DE CONSTRUÇÃO: PVC RÍGIDO	MATERIAL DE CONSTRUÇÃO: CONCRETO ARMADO (LEVE)

- DIMENSÕES ADOPTADAS PARA O DRENO INSTALADO PELO SISTEMA DE INSTALAÇÃO SEMIMECANIZADO.
- DIMENSÕES ADOPTADAS PARA O DRENO INSTALADO PELO SISTEMA DE INSTALAÇÃO MECANIZADO POR VALETEAMENTO CONTÍNUO.

3.1.2.5 Estimativas de vida útil técnica

Na literatura consultada não foi possível levantar informações que quantifiquem a vida útil dos sistemas de drenagem. Conjeturas a esse respeito deve se embasar na durabilidade de suas estruturas drenantes ou, quando empregam, dos materiais que as compõem. Neste caso, as alternativas técnicas propostas consideram materiais providos de envelopes filtrantes. Sua vida útil é pois, condicionada principalmente pela durabilidade do material básico.

Buscou-se na experiência de campo dos empreiteiros do ramo, as estimativas em apreço, constadas no quadro 10. Saliencia-se que os valores levantados podem ser considerados razoáveis para uma avaliação econômica das alternativas técnicas de drenagem propostas.

Quadro 10. Estimativas de vida útil técnica

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA, EM ANOS (Vu)
Superficial	—	15
	Material granular drenante (Brita nº 3) envelopado com geotêxtil não-tecido.	75
	Tubo-dreno agrícola termocerâmico Ø 75mm envelopado com geotêxtil não-tecido.	50
Subsuperficial	Tubo-dreno PVC rígido corrugado Ø 75mm envelopado com geotêxtil não-tecido.	75
	Tubo-dreno agrícola PVC flexível corrugado Ø 80mm, envelopado com geotêxtil não-tecido.	75

3.1.3 Meios técnicos de instalação

Propostos e especificados os sistemas e os materiais de drenagem, abordar-se-ã os meios técnicos de instalação dos mesmos.

Duas alternativas são sugeridas. Primeiro, o sistema de instalação semimecanizado, cujo emprego se atêm basicamente ao sistema de drenagem subsuperficial. Segundo, o sistema de instalação mecanizado, de aplicação mais ampla, atinando também o sistema de drenagem superficial. Seguem-se explicações sucintas de ambos.

3.1.3.1 Sistema de instalação semimecanizado

Neste sistema, o procedimento de instalação padrão envolve as operações seguintes:

- a) escavação de trincheiras de acesso em material de 1ª categoria;
- b) carga, transporte (Distância Máxima de Transporte, DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem;
- c) reaterro das trincheiras com material nativo, sem compactação.

A primeira operação define o equipamento principal do sistema em apreço. Para a execução desta, duas alternativas são propostas: escavadeira hidráulica e retroescavadeira (Arranjo Mecânico). Justifica-se a dupla proposição, face ã controvérsia que reside na recomendação oportuna de quaisquer dos equipamentos aventados. Nas pranchas 10 e 11, constam as suas especificações técnicas gerais. A prancha 09, ilustra a geometria da trincheira de acesso.

As operações b e c, no que se refere ã carga, transporte e reaterro, devem ser executadas por um conjunto de equipamentos auxiliares. Suas especificações técnicas gerais constam na prancha 17. O assentamento, como é concebido neste sistema de instalação, é um procedimento manual. No quadro 11, quantifica-se a mão-de-obra suplementar requerida neste sistema de instalação, segundo o equipamento principal e os materiais de drenagem adotados.

Dos materiais sugeridos para o sistema de drenagem subsuperficial, não será considerado o assentamento de tubos-dreno agrícolas PVC flexíveis corrugados Ø 80mm, envelopados com geotêxtil não-tecido. Entende-se que os mesmos são produtos de elevada tecnologia, destinados quase que exclusivamente ao sistema de instalação mecanizado.

3.1.3.2 Sistema de instalação mecanizado

Será também sugerida a adoção do sistema de instalação mecanizado para os Planossolos Hidromórficos rio-grandenses.

Quando se tratar de sistemas de drenagem superficiais, suas estruturas primárias podem ser construídas mediante o emprego de equipamentos próprios para executarem operações de valetamento mecanizado. Para isso são sugeridas três opções quanto aos equipamentos principais. Nas pranchas 10, 11 e 12, constam suas especificações técnicas gerais.

Para a instalação mecanizada de estruturas primárias dos sistemas de drenagem subsuperficiais, são propostas as alternativas técnicas designadas por valetamento contínuo e por subsolação.

Na primeira, o procedimento de instalação envolve:

- a) operação de escavação de trincheiras de acesso em material de 1ª categoria;
- b) carga, transporte (Distância Máxima de Transporte, DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem;
- c) reaterro das trincheiras com material nativo, sem compactação.

As operações a e b são executadas simultaneamente, dada a geometria da trincheira de acesso, especificada na prancha 14. O equipamento principal é especificado na prancha 13.

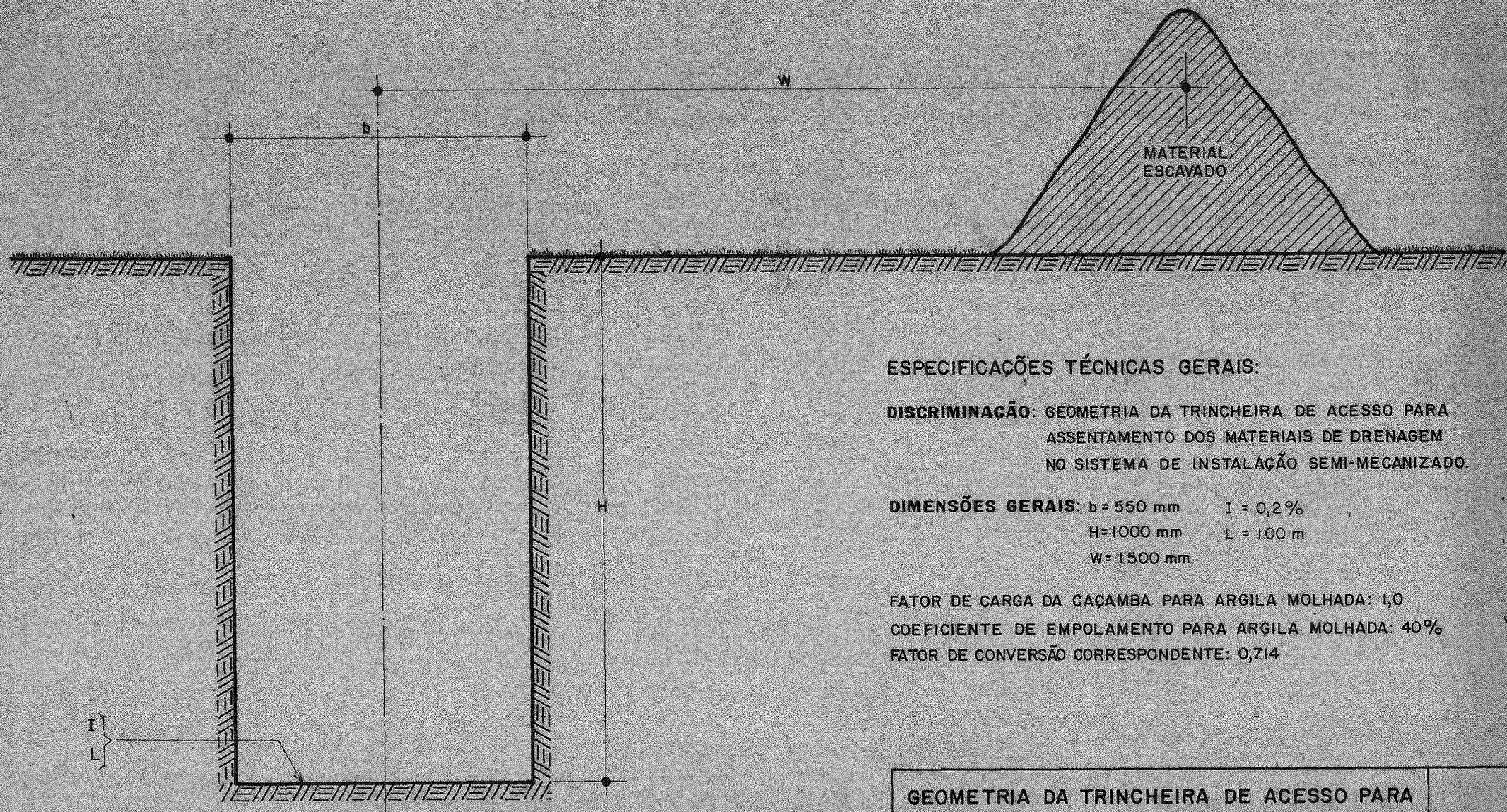
Na segunda alternativa, o procedimento de instalação resume-se a uma única operação de carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem. O equipamento principal adotado é ilustrado e especificado na prancha 15; a geometria da fenda de acesso consta na prancha 16.

Para o sistema de instalação mecanizado por valetamento contínuo, não há restrição técnica à operação com os materiais tradicionalmente empregados na drenagem agrícola. Portanto, nesse processo serão considerados todos os materiais de drenagem sugeridos. Por outro lado, face à concepção técnica dos equipamentos de instalação por subsolação, os mesmos operam quase que exclusivamente com tubos-dreno bobináveis. Por conseguinte, o seu emprego limita-se aos tubos-dreno agrícolas flexíveis sugeridos e especificados no presente trabalho de pesquisa.

Os equipamentos auxiliares para carga, transporte e reaterro são os mesmos já especificados para o sistema de instalação semimecanizado (prancha 17). Sendo os equipamentos principais máquinas de elevada velocidade de operação, há necessidade de provê-las de instrumentos especiais de controle automático de nível. As especificações técnicas gerais deste constam na prancha 18.

No quadro 11, quantifica-se a mão-de-obra suplementar requerida para o sistema de instalação mecanizado, segundo o equipamento principal e o material de drenagem instalado.

Finalmente, encerra-se a seção, uma vez propostas e especificadas as alternativas técnicas de drenagem agrícola para os Planossolos Hidromórficos rio-grandenses. A fim de que melhor se possa visualizá-las, encontram-se resumidas no quadro 12, incluindo as operações que compõem o procedimento de instalação.



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: GEOMETRIA DA TRINCHEIRA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO SEMI-MECANIZADO.

DIMENSÕES GERAIS: b = 550 mm I = 0,2%
 H = 1000 mm L = 100 m
 W = 1500 mm

FATOR DE CARGA DA CAÇAMBA PARA ARGILA MOLHADA: 1,0
 COEFICIENTE DE EMPOLAMENTO PARA ARGILA MOLHADA: 40%
 FATOR DE CONVERSÃO CORRESPONDENTE: 0,714

GEOMETRIA DA TRINCHEIRA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO SEMIMECANIZADO			PRANCHA Nº 09
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 01/11/82	VISTO: <i>[Signature]</i>	FOLHA Nº 55

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: ESCAVADEIRA HIDRÁULICA
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: POCLAIN
 MODELO: TCS

MOTOR: TIPO DIESEL, ARREFECIDO A ÁGUA
 MARCA: MWM
 MODELO: D 225
 NÚMERO DE CILINDROS: 4
 PARTIDA: ELÉTRICA DIRETA, 12 V, 2 BATERIAS DE 12 V

POTÊNCIA NOMINAL: 78 HP, 57 kW A 2300 rpm

TRANSMISSÃO: HIDROSTÁTICA (MOTOR LENTO E DE ALTO TORQUE;
 PINHÃO MONTADO SOBRE EIXO MOTOR ATUANDO DIRETAMENTE
 SOBRE COROA SOLIDÁRIA À RODA MOTRIZ (MOTORES DE
 ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO NÃO INTERCAMBIÁVEIS)

DESEMPENHO: VELOCIDADES:
 À VANTE: VELOCIDADES VARIÁVEIS DE 0-5,0 km/h
 À RÉ: VELOCIDADES VARIÁVEIS DE 0-1,45 km/h
 RAMPAS TRANSPONÍVEIS MÁXIMAS: 76%
 EM CONTÍNUO: 36%
 FORÇA DE TRACÇÃO MÁXIMA: 10.300 kg (COEFICIENTE DE TRACÇÃO = 0,75)

MATERIAL RODANTE
 NÚMERO DE SAPATAS (CADA LADO): 44
 TIPO DE SAPATAS: GARRA TRIPLA, COM 38 mm DE ALTURA
 LARGURA DA SAPATA: 510 mm } OPCIONAIS
 711 mm }
 914 mm (adotada) }
 COMPRIMENTO DA ESTEIRA SOBRE O SOLO: 3191 mm
 ÁREA DE CONTATO SOBRE O SOLO: 58.333 cm² (SAPATAS DE 914 mm)
 TENSOR DO CONJUNTO DE ESTEIRAS: A GRAXA
 NÚMERO DE ROLETES SUPERIORES (CADA LADO): 1
 NÚMERO DE ROLETES INFERIORES (CADA LADO): 5

SISTEMA HIDRÁULICO:
 TIPO DE BOMBA: DE PISTÕES MULTICORPO
 ACIONAMENTO: POR CORREIAS E POLIAS DIRETAMENTE ACOPLADAS
 AO EIXO DA BOMBA E DO MOTOR
 ROTAÇÃO NOMINAL DA BOMBA: 2080 rpm
 VAZÃO DE SERVIÇO: 61 l/min
 PRESSÃO DE SERVIÇO: 360 bar

CAPACIDADES:
 TANQUE DE COMBUSTÍVEL: 126 l
 SISTEMA DE ARREFECIMENTO: 30 l
 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO: 12,2 l
 SISTEMA HIDRÁULICO: 145 l

RETRORSCAVADEIRA:
 LANÇA: TIPO MONOBLOCO, COM 4150 mm DE COMPRIMENTO
 BRAÇO: 2400 mm DE COMPRIMENTO
 ALCANCE MÁXIMO: 8000 mm (ALTURA)
 A PARTIR DO EIXO DE GIRO: 4700 mm (PROFUNDIDADE)
 7600 mm (EXTENSÃO)
 ESPECIFICAÇÕES STANDARD:
 ÂNGULO DE GIRO: 360°
 FORÇA DE LEVANTAMENTO COM EXTENSÃO DO BRAÇO A 5500 mm: 2500 kg (MÁXIMO)
 FORÇA DE LEVANTAMENTO COM EXTENSÃO DO BRAÇO A 3250 mm: 5000 kg (MÁXIMO)

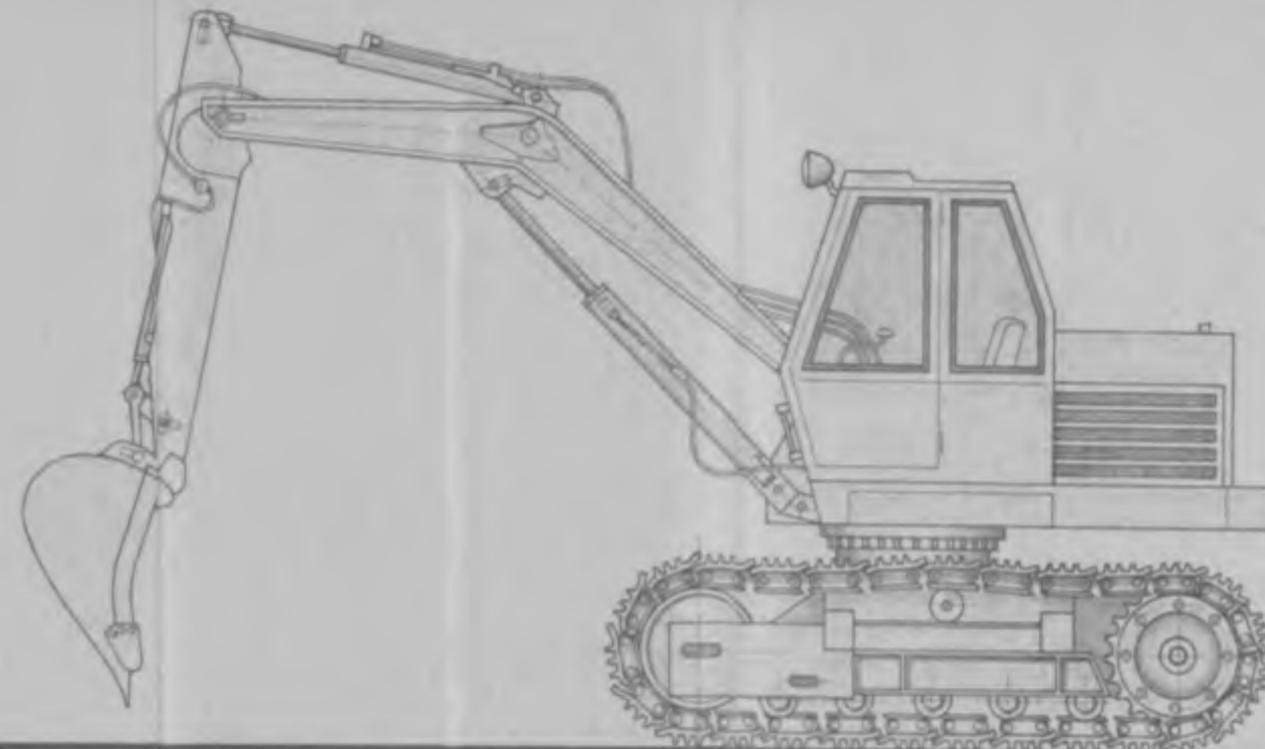
CAÇAMBAS:
 ESPECIFICADA PARA ESCAVAÇÃO DE TRINCHEIRAS ①
 LARGURA DE CORTE: 550 mm
 CAPACIDADE COROADA: 0,45 m³
 FATOR DE CARGA ADOTADA PARA MATERIAL ARGILO-ARENOSO: 1,0
 ESPECIFICADA PARA ESCAVAÇÃO DE DRENOS SUPERFICIAIS ②
 ÂNGULO STANDARD DE CORTE: 25°
 LARGURA DE CORTE INFERIOR: 300 mm
 LARGURA DE CORTE SUPERIOR: 1220 mm
 CAPACIDADE COROADA: 0,335 m³
 NÚMERO DE DENTES: 3
 FATOR DE CARGA ADOTADA PARA MATERIAL ARGILO-ARENOSO: 1,0

PESOS E DIMENSÕES:
 ALTURA (ATÉ O TOPO DA TORRE): 3000 mm
 COMPRIMENTO: 3650 mm
 LARGURA (COM SAPATAS DE 914 mm): 2890 mm
 BITOLA: 1970 mm
 PESO EM ORDEM DE SERVIÇO: 14.000 kg
 PRESSÃO ESPECÍFICA SOBRE O SOLO (COM SAPATAS DE 914 mm): 0,240 kg/cm²

PRODUÇÃO ESPERADA:
 ADMITINDO-SE QUE A PRODUÇÃO SEJA CONDICIONADA PELA NATUREZA DO SOLO, PODE-SE ESPERAR UMA PRODUÇÃO ENTRE 60-80 m³/h

MARCAS E MODELOS SIMILARES:

MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA
MASSEY		
FERGUSON	350 S	USA
MITSUBISHI	MS 40	JAPÃO
BLUMHARDT		
EHEC	15 H	USA



EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO
 DRENOS SUPERFICIAIS POR VALETEAMENTO
 MECANIZADO (ESCAVADEIRA HIDRÁULICA)

PRANCHA Nº 10

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: RETROESCAVADEIRA / PÁ CARREGADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: CASE
 MODELO: 580 M

MOTOR: TIPO DIESEL, INJEÇÃO DIRETA, ARREFECIDO A ÁGUA
 MARCA PERKINS
 MODELO 4236
 POTÊNCIA NOMINAL 74 HP, 54,4 kW A 2200 rpm
 NÚMERO E DISPOSIÇÃO DE CILINDROS 4 EM LINHA
 DIÂMETRO DOS CILINDROS 98,43 mm
 CURSO DO ÊMBOLO 127 mm
 CILINDRADA TOTAL 3860 cc
 PARTIDA ELÉTRICA DIRETA, 12 V

TRANSMISSÃO: POR CONVERSOR DE TORQUE (HIDROCINÉTICO) DE ESTÁGIO ÚNICO
 CAIXA DE CÂMBIO COM 8 VELOCIDADES, REVERSÃO AUTOMÁTICA

DESEMPENHO:

VELOCIDADES NO SOLO (Km/h)		
MARCHAS	À VANTE	A RÉ
1ª	2,5	2,3
2ª	4,2	3,8
3ª	5,6	5,1
4ª	7,2	6,5
5ª	9,4	8,6
6ª	13,5	12,3
7ª	15,4	14,0
8ª	24,8	27,1

SISTEMA HIDRÁULICO:
 TIPO DE BOMBA DE ENGRENAGENS
 VAZÃO DE SERVIÇO 117 l/min
 PRESSÃO DE SERVIÇO 152 bars

COMANDOS DA RETROESCAVADEIRA: SISTEMA COMPOSTO DE UMA VÁLVULA SECCIONAL DE 4 CARRETEIS, INCORPORADO COM VÁLVULA ANTICAVITAÇÃO. GIRO COM CILINDROS HIDRÁULICOS AÇIONADOS POR PEDAIS E PROTEGIDOS POR VÁLVULAS AMORTECEDORAS ESTABILIZADORES CONTROLADOS POR VÁLVULA INTEGRAL DE 2 CARRETEIS. TODOS OS CILINDROS DA RETROESCAVADEIRA SÃO DE DUPLA AÇÃO COM HASTES CROMADAS

CILINDROS	NÚMERO	DIÂMETRO (mm)	CURSO (mm)	HASTE (mm)
LANÇA	2	83	1069	44
PRE-LANÇA	1	102	892	50
CAÇAMEA	1	89	776	50
GIRO	2	102	285	50
ESTABILIZADORES	2	102	493	50

COMANDOS DA PÁ-CARREGADEIRA (OPERANDO COMO APOIO)
 SISTEMA COMPOSTO DE UMA VÁLVULA INTEGRAL DE 2 CARRETEIS, CONTROLADA POR ALAVANCA ÚNICA. TODOS OS CILINDROS DA PÁ-CARREGADEIRA SÃO DE DUPLA AÇÃO COM HASTES CROMADAS

CILINDROS	NÚMERO	DIÂMETRO (mm)	CURSO (mm)	HASTE (mm)
LEVANTAMENTO	2	83	800	50
BASCULAMENTO	2	61	508	38

RETROESCAVADEIRA:

CAÇAMBAS:
 EQUIPADA PARA ESCAVAÇÃO DE TRINCHEIRAS PERFIL PARALELO ①
 LARGURA DE CORTE 550 mm
 NÚMERO DE DENTES 4
 CAPACIDADE COIROADA 0,160 m³
 FATOR DE CARGA DA CAÇAMBA PARA SOLO ARGILO-ARENOSO: 1,0

EQUIPADA PARA ESCAVAÇÃO DE DRENOS SUPERFICIAIS PERFIL TRAPEZOIDAL ②
 ÂNGULO STANDARD DE CORTE 25°
 LARGURA DE CORTE INFERIOR: 300 mm
 NÚMERO DE DENTES 3
 CAPACIDADE COIROADA 0,120 m³
 FATOR DE CARGA DA CAÇAMBA PARA SOLO ARGILO-ARENOSO: 1,0

RENDIMENTOS
 RAIOS DE ESCAVAÇÃO DESDE O PIVÔ DE GIRO 6 535 mm
 ARCO DE GIRO 180°
 FORÇA DE ESCAVAÇÃO NO CILINDRO DA CAÇAMBA 4 185 kgf
 FORÇA DE ESCAVAÇÃO NO CILINDRO DA PRÉ-LANÇA 2 386 kgf
 PROFUNDIDADE MÁXIMA DE ESCAVAÇÃO 4 216 mm
 CAPACIDADE MÁXIMA DE LEVANTAMENTO (LANÇA): 1 132 kgf

PÁ-CARREGADEIRA EMPREGO COMO APOIO
 DIREÇÃO E FREIOS: SISTEMA HIDROSTÁTICO
 CAPACIDADES:

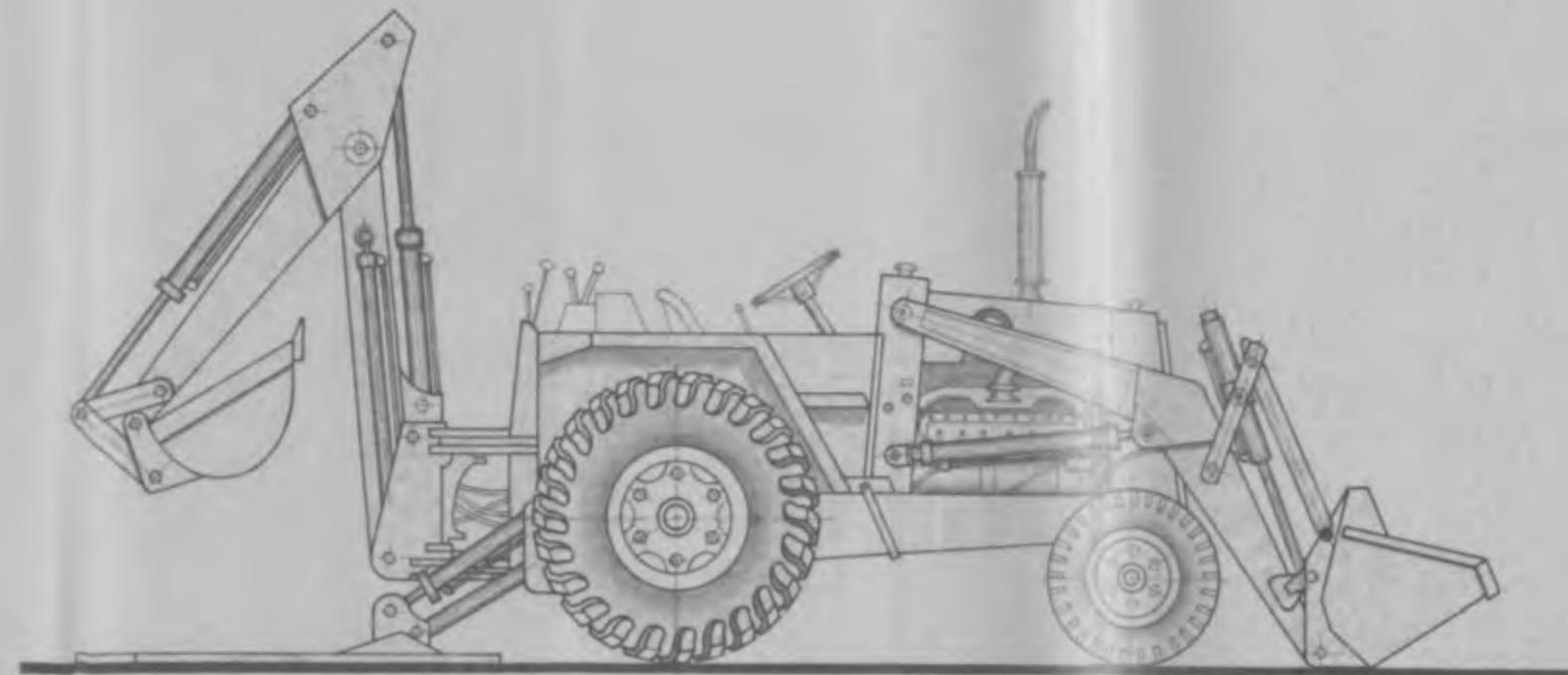
CARTER DO MOTOR 8,0 l
 TANQUE DE COMBUSTÍVEL 83,3 l
 SISTEMA DE ARREFECIMENTO 16,5 l
 SISTEMA HIDRÁULICO TOTAL 83,3 l
 CONVERSOR DE TORQUE 7,6 l
 EIXO DE TRANSMISSÃO 19,6 l
 PRODUÇÃO FINAL (CADA LADO) 6,0 l
 SISTEMA HIDRÁULICO DE DIREÇÃO 2,8 l

MATERIAL RODANTE:
 PNEUS DIANTEIROS 7 50 x 16-10 LONAS
 TRASEIROS 14 00 x 24-10 LONAS
 BITOLA DIANTEIRA: 1 708 mm
 TRASEIRA: 1 775 mm
 DISTÂNCIA ENTRE EIXOS: 2 083 mm

SAPATAS ESTABILIZADORAS: AMPLIADAS COM 2 PRANCHAS DE MADEIRA (EUCALIPTO) REFORÇADOS COM ARMAÇÃO EM AÇO EM CADA LADO
 DIMENSÕES 90 x 300 x 2000 mm (2)
 ÁREA DE CONTATO SOBRE O SOLO 12 000 cm²

DIMENSÕES E PESOS (EQUIPAMENTO STANDARD):
 COMPRIMENTO EM ORDEM DE EMBARQUE 6 974 mm
 LARGURA TOTAL (SOBRE OS PNEUS TRASEIROS) 2 737 mm
 LARGURA TOTAL (EM POSIÇÃO DE TRANSPORTE) 2 286 mm
 PESO EM ORDEM DE SERVIÇO 5 883 kgf
 PESO SOMENTE DA UNIDADE TRATORA 3 185 kgf
 PESO SOMENTE DA RETROESCAVADEIRA (CONJUNTO COMPLETO) 1 854 kgf
 PESO SOMENTE DA PÁ-CARREGADEIRA (INCLUINDO BRAÇOS) 764 kgf
 PRESSÃO ESPECÍFICA SOBRE O SOLO (C/ SAPATAS ESTABILIZADORAS AMPLIADAS) 0,230 kg/cm²

PRODUÇÃO ESPERADA:
 ADMITINDO-SE QUE A PRODUÇÃO SEJA CONDICIONADA PELOS FATORES INERENTES À NATUREZA DO SOLO, PODE-SE ESPERAR UMA PRODUÇÃO ENTRE 20-30 m³/h



MARCAS E MODELOS SIMILARES:

MARCAS	MODELOS	PROCEDÊNCIA
FORD	6 600 - 742 / 756	BRASIL
HUBER WARCÓ DO BRASIL	660 M	BRASIL
DINPAR	PR-7	BRASIL

(FONTE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, J. I. CASE DO BRASIL, 1982)

EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE DRENOS SUPERFICIAIS POR VALETAMENTO MECANIZADO (ARRANJO)			PRANCHA Nº 11
DESENHISTA: [assinatura]	DATA: 02/09/82	VISTO: [assinatura]	POLINA Nº 57

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

UNIDADE DE ACIONAMENTO ①

DISCRIMINAÇÃO: TRATOR AGRÍCOLA
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: CBT
 MODELO: 2080

MOTOR: TIPO DIESEL, INJEÇÃO DIRETA, ARREFECIDO A ÁGUA
 MARCA: MERCEDES BENZ
 MODELO: OM 314
 Nº DE CILINDROS - DIÂMETRO x CURSO: 4 (4x114) - 97 x 128 mm
 CILINDRADA: 3 784 cc
 PARTIDA: ELÉTRICA DIRETA, ALTERNADA DE CORRENTE DE 12V,
 02 BATERIAS - 12V
 POTÊNCIA NOMINAL: 64 HP, 47 kW A 2 150 rpm
 TRANSMISSÃO: CAIXA DE MARCHAS DE ENGRENAGENS, COM 06
 VELOCIDADES À FRENTE E 02 À RE

DESEMPENHO:

MARCHAS	VELOCIDADES MÁXIMAS NO SOLO (Km/h)
1ª	4,44
2ª	5,83
3ª	7,89
À VANTE	
4ª	10,37
5ª	13,03
6ª	
RE ALTA	8,64
RE BAIXA	4,39

MATERIAL RODANTE:

PNEUS DIANTEIROS: 750 x 16
 PNEUS TRASEIROS (RODADO DUPLICADO): 13 6 / 12 x 38

SISTEMA HIDRÁULICO:

LEVANTE DE 3 PONTOS, ACIONAMENTO ATRAVÉS DE BOMBA HIDRÁULICA DE PISTÕES, UTILIZANDO-SE DE ÓLEO ESPECIAL; SISTEMA DE DUPLA AÇÃO; CONTROLE POR ALAVANCAS
 TOMADA DE POTÊNCIA: 540 rpm; EQUIPADA COM EMBREAGEM HIDRÁULICA; ACIONAMENTO ATRAVÉS DE BOMBA HIDRÁULICA, UTILIZANDO-SE DO ÓLEO DA TRANSMISSÃO.

CAPACIDADES:

TANQUE DE COMBUSTÍVEL: 70 l
 SISTEMA DE ARREFECIMENTO: 19,5 l
 CÁRTER DO MOTOR: 8 l
 TRANSMISSÃO: 32 l
 LEVANTE HIDRÁULICO: 10 l

PESOS E DIMENSÕES:

DISTÂNCIA ENTRE EIXOS: 2 180 mm
 COMPRIMENTO TOTAL: 3 680 mm
 BITOLA DIANTEIRA: 1 360 mm (MÍNIMA)
 1 860 mm (MÁXIMA)
 BITOLA TRASEIRA: 1 400 mm (MÍNIMA)
 2 080 mm (MÁXIMA)
 ALTURA: 1 640 mm (FRONTAL DO CAPÔ)
 PESO EM ORDEM DE SERVIÇO: 3 085 kg (SEM LASTRO)
 4 020 kg (COM LASTRO)

UNIDADE DE VALETEAMENTO MECANIZADO ②

DISCRIMINAÇÃO: VALETEADORA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: ICMA
 MODELO: ICMA 60

PESO OPERACIONAL: 429 kg
 ALTURA: 1 700 mm
 LARGURA: 1 000 mm
 POTÊNCIA NOMINAL DE ACIONAMENTO INDICADA: 50 HP (TRATOR AGRÍCOLA)
 ACIONAMENTO: TOMADA DE FORÇA A 540 rpm ATRAVÉS DE EIXO CARDAN REFORÇADO (350 kg/m ESTÁTICO)
 ACOPLAMENTO: LEVANTE HIDRÁULICO DE 3 PONTOS (CATEGORIA II)
 POSIÇÃO DE OPERAÇÃO: CENTRAL
 CAIXA DE TRANSMISSÃO: ENGRENAGENS CÔNICAS HELICOIDAIS EM BANHO DE ÓLEO; C/ RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO 2,47:1,00
 EMBREAGEM: MULTI-DISCO, EM BANHO DE ÓLEO (140 kg/m)
 NÚMERO DE FERRAMENTAS NO ROTOR: 21 (INTERCÁMBIAVEIS, 3 TIPOS)
 ÂNGULOS DE CORTE: 30° (STANDARD)
 25° (ADOTADO)
 35° } OPCIONAIS
 45° }

LARGURA MÍNIMA DA BASE: 250 mm
 PROFUNDIDADE MÁXIMA DE OPERAÇÃO: 1.150 mm
 VELOCIDADE DE AVANÇO RECOMENDÁVEL: 1500 m/h (1/3 REDUZIDA DO TRATOR) - (CORTES DE 200 mm DE PROFUNDIDADE)

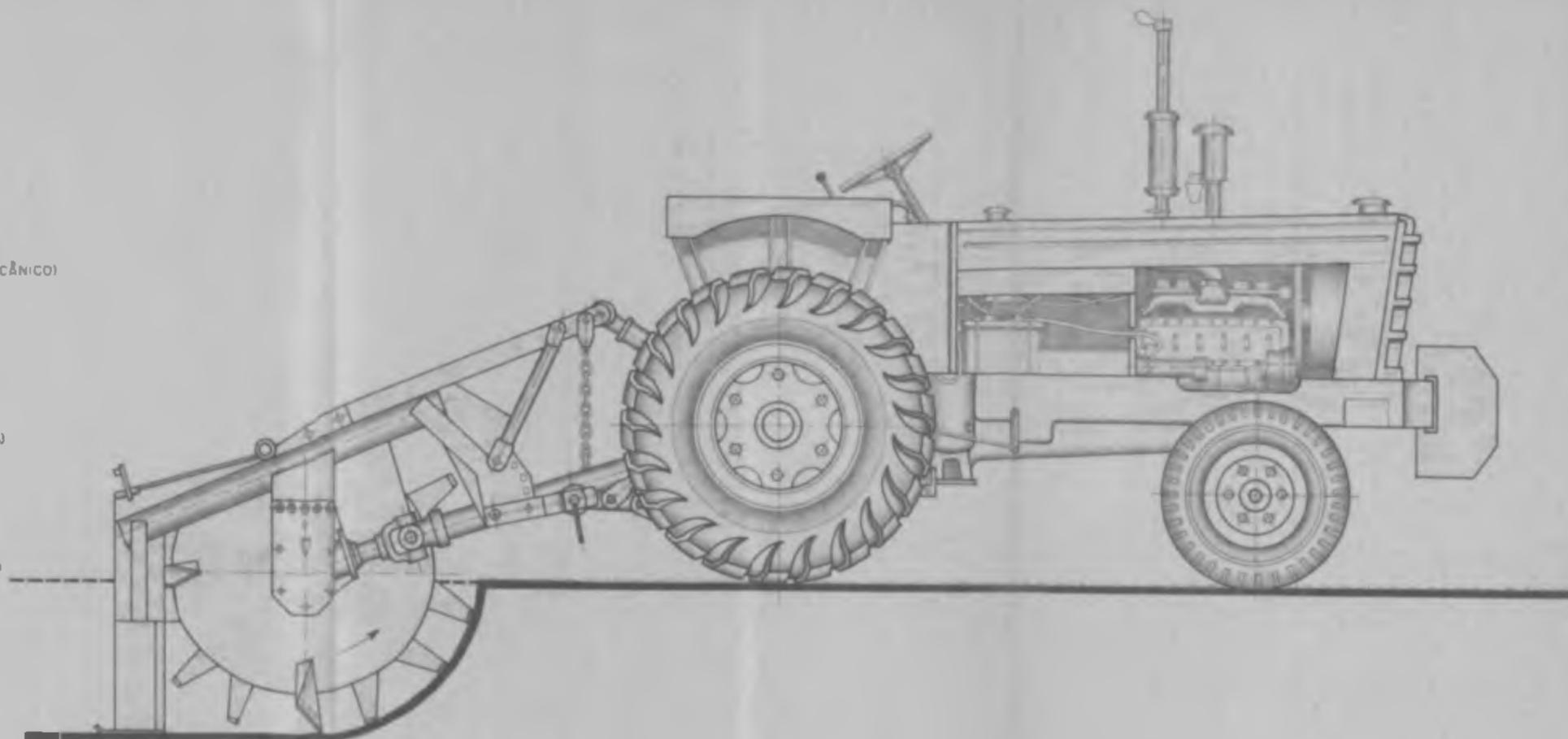
PRODUÇÃO ESPERADA:

ADMINISTRE-SE QUE A PRODUÇÃO SEJA CONDICIONADA PELA NATUREZA DO SOLO, PODE-SE ESPERAR UMA PRODUÇÃO ENTRE 300 - 330 m³/hora

MARCAS E MODELOS SIMILARES

UNIDADE DE ACIONAMENTO			UNIDADE DE VALETEAMENTO MECANIZADO		
MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA	MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA
FORD	4600	BRASIL	TERRAGRO	VAL-1	BRASIL
MASSEY					
FERGUSON	265	BRASIL			
VALMET	68				

FONTES: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, COMPANHIA BRASILEIRA DE TRATORES - CBT (1982)
 CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES - MANUAL DE OPERAÇÃO, ICMA (1982)



EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE DRENOS SUPERFICIAIS POR VALETEAMENTO MECANIZADO (ARRANJO)			PRONCHA Nº 12
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 11/08/82	VISTO:	FOLHA Nº 58

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO VALETEADEIRA CONTÍNUA (EQUIPAMENTO AUTOPROPULSADO)
 PROCEDÊNCIA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA
 MARCA HOES
 MODELO: GIGANT 685

UNIDADE MOTORA: (1)

MOTOR: TIPO: DIESEL, INJEÇÃO DIRETA, ARREFECIDO A AR
 MARCA: DEUTZ

MODELO: F 8L 413 F, 8 CILINDROS EM V
 CILINDRADA TOTAL 12.763 C C

POTÊNCIA NOMINAL 213 HP (DIN 6270/8), 157 kW a 2300 rpm

BATERIAS: 2 12 V/110 Ah

CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTÍVEL (FATOR DE CARGA MÉDIO): 39,2 l/h

TRANSLAÇÃO: HIDROSTÁTICA (2 MOTORES DE TRANSLAÇÃO DE CIRCUITOS INDEPENDENTES) VELOCIDADES VARIÁVEIS DE 0-5 Km/h

AUTONOMIA (FATOR DE CARGA MÉDIO): 6,12 horas

CAPACIDADE DE TRACÇÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL 9 700 Kg

UNIDADE RODANTE (2)

NÚMERO DE SAPATAS 66 (cada lado)

TIPO DE SAPATA: GARRA TRIPLA COM 40mm DE ALTURA

LARGURA DA SAPATA 550 mm (STANDARD)
 600 mm (OPCIONAL)

COMPRIMENTO DA ESTEIRA SOBRE O SOLO 4.220 mm

NÚMERO DE ROLETES (CADA LADO): 2 SUPERIORES-7 INFER

ÁREA DE CONTATO SOBRE O SOLO (COM SAPATAS STANDARD): 46.420 cm²

UNIDADE INSTALADORA (3)

TIPO DE IMPLEMENTO: CORRENTE FREZADORA

ACIONAMENTO: MECÂNICO (EIXO E CAIXA DE TRANSMISSÃO PULLER COM 6 VELOCIDADES)

NÚMERO DE ELLOS DA CORRENTE: 76

PASSO: 100 mm

TENSÃO DE RUPTURA: 65 000 Kg

LARGURA DE CORTE: 290 mm (STANDARD); 235, 345, 400, 450 e 500 mm (OPCIONAIS) (Ferramentas intercambiáveis)

PROFUNDIDADE DE OPERAÇÃO: 1850 mm (STANDARD), 2500 (OPCIONAL)

VELOCIDADES DA CORRENTE 5 MARCHAS À FRENTE (0,86 - 4,72 m/s)
 1 MARCHA À RÉ (0,94 m/s)

ÂNGULO DE ATAQUE VARIÁVEL ENTRE 45°-60°

CONTROLE DE GRADIENTE E PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO

HIDRÁULICO DE ACIONAMENTO MANUAL OU AUTOMÁTICO (VÊE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO CONTROLE AUTOMÁTICO DE GRADIENTE E PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO DE DRENOS - SISTEMA LASER)

CAPACIDADES

TANQUE DE COMBUSTÍVEL 240 litros

TANQUE DE ÓLEO SISTEMA HIDRÁULICO: 125 litros

SISTEMA HIDRÁULICO (TOTAL) 150 litros

PRECISÃO DE SERVIÇO 210 bar

VASÃO DE SERVIÇO: 28 l/min

PESOS E DIMENSÕES

COMPRIMENTO 9 650 mm

LARGURA 2 700 mm

ALTURA 3 400 mm

BITOLA 2 120 mm

PESO EM ORDEM DE OPERAÇÃO: 13.750 Kg

PRESSÃO ESPECÍFICA SOBRE O SOLO

0,298 Kg/cm² (SAPATAS STANDARD)

0,271 Kg/cm² (SAPATAS OPCIONAIS DE 600 mm DE LARGURA)

PRODUÇÃO ESPERADA:

ADMITINDO-SE QUE A PRODUÇÃO SEJA CONDICIONADA APENAS PELA NATUREZA DO SOLO E A PROFUNDIDADE DE ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM, PODE-SE ESPERAR UMA PRODUÇÃO ENTRE 185-250 m/h

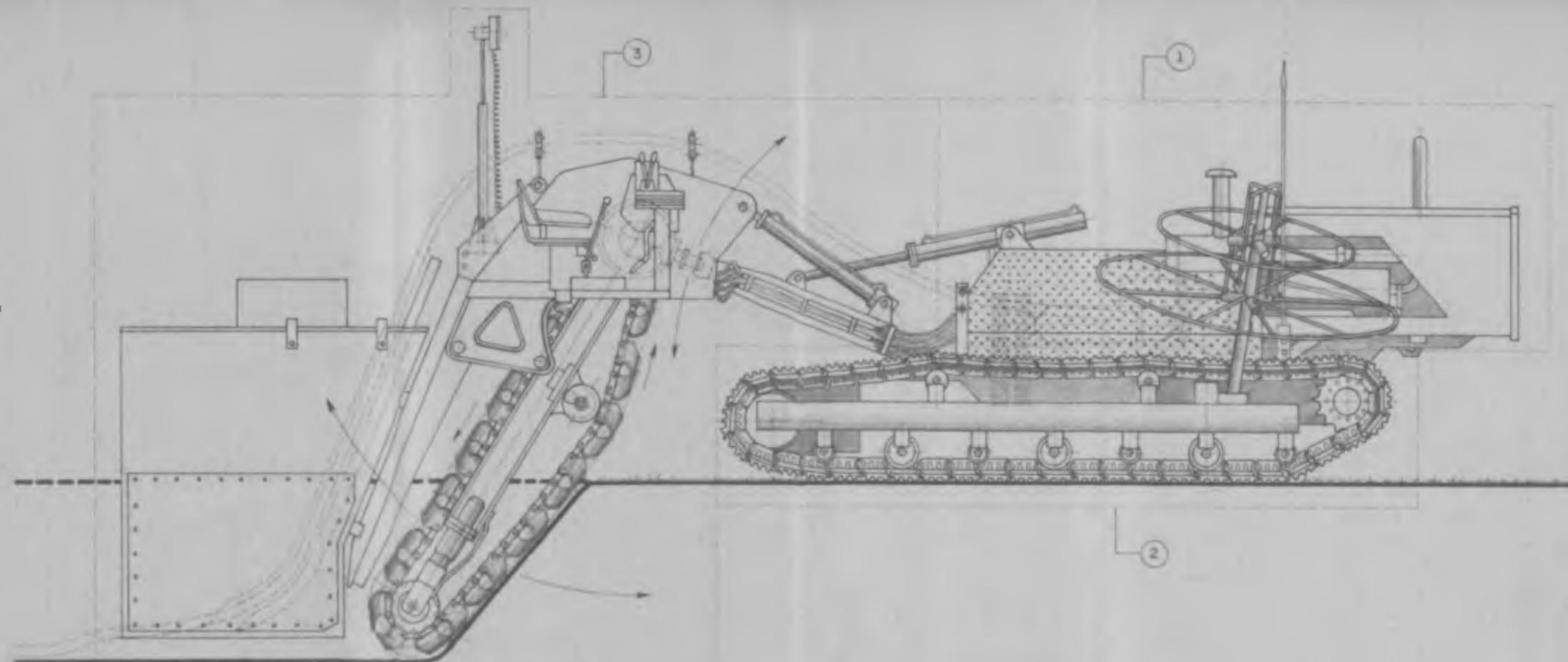
ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO PARA MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA:

O EQUIPAMENTO PRINCIPAL ESTÁ CAPACITADO A OPERAR COM TODOS OS MATERIAIS ESPECIFICADOS PARA A DRENAGEM AGRÍCOLA REQUERENDO PORÉM EQUIPAMENTOS AUXILIARES PARA O TRANSPORTE DAQUELES CUJAS DIMENSÕES E PESO ESPECÍFICO SÃO RELATIVAMENTE ELEVADOS.

MARCAS E MODELOS SIMILARES

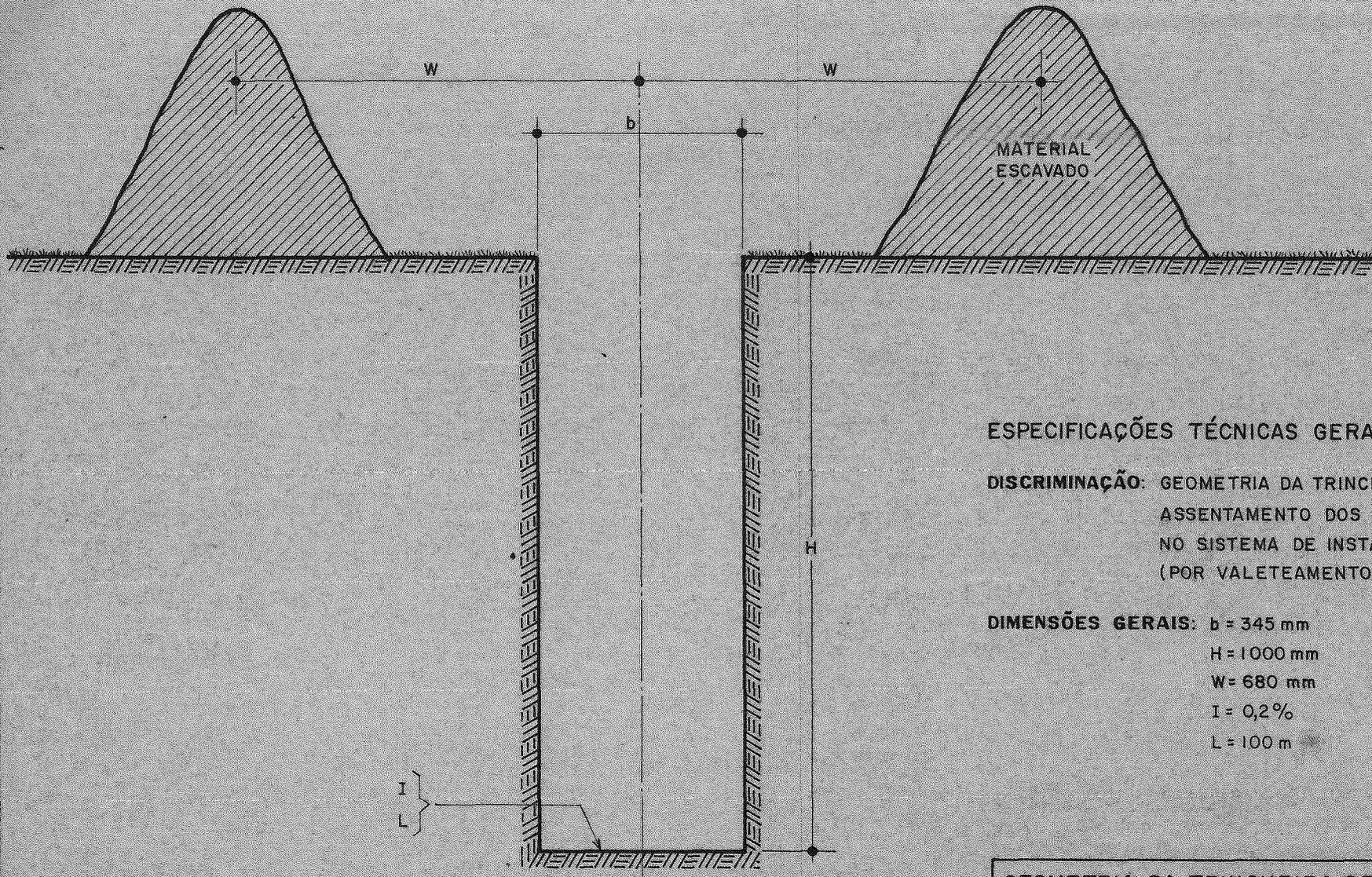
MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA
MASTENBROEK	20/20	INGLATERRA
STEENBERGEN	GSS/STD	HOLANDA
HOLLANDORAIN		

FONTES: MANUAL DE INSTRUÇÕES, CATALOGO DE ESPECIFICAÇÕES - HOES (1982)



EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA MECANIZADO POR VALETEAMENTO CONTÍNUO PRANCHA Nº 13

DESENHISTA Milton Pereira DATA 23/06/82 VISTO FOLHA Nº 59



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: GEOMETRIA DA TRINCHEIRA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO MECANIZADO (POR VALETEAMENTO CONTÍNUO).

DIMENSÕES GERAIS: $b = 345 \text{ mm}$
 $H = 1000 \text{ mm}$
 $W = 680 \text{ mm}$
 $I = 0,2\%$
 $L = 100 \text{ m}$

GEOMETRIA DA TRINCHEIRA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO MECANIZADO (POR VALETEAMENTO CONTÍNUO)

FRANCHA Nº 14

DESENHISTA: Milton Pereira

DATA: 30/10/82

VISTO:

FOLHA Nº 60

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

UNIDADE DE TRACÇÃO ①

DISCRIMINAÇÃO: TRATOR DE ESTEIRAS
 PROCEDÊNCIA: U.S.A.
 MARCA: CATERPILLAR
 MODELO: D7G

MOTOR: TIPO DIESEL, TURBOALIMENTADO, ARREFECIDO A ÁGUA

MARCA: CATERPILLAR
 MODELO: 3306
 Nº DE CILINDROS-DIÂMETRO x CURSO: 6-121 x 152 mm
 CILINDRADA TOTAL: 10.550 c.c.
 CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTÍVEL: 32,5 l/h (FACTOR DE CARGA ALTO)
 PARTIDA ELÉTRICA DIRETA, 24V/19A - ALTERNADOR DE 19A, 2 BATERIAS DE 12V/160 Ah

POTÊNCIA NOMINAL: 200 HP, 149 kW A 2000 r.p.m

TRANSMISSÃO: SERVO-TRANSMISSÃO PLANETÁRIA, C/EMBREAGENS DE DISCOS MÚLTIPLOS DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO. CONVERSOR DE TORQUE DE ESTAGIO ÚNICO, C/DIVISOR DE TORQUE DE SAÍDA

DESEMPENHO:

	MARCHAS	VELOCIDADES NO SOLO (km/h)	FORÇA DE TRACÇÃO NOMINAL MÁXIMA NA BARRA (kg x 1000) *
A VANTE	1ª	3,7	37,5
	2ª	6,4	21
	3ª	9,9	12,5
A RÉ	1ª	4,5	-
	2ª	7,8	-
	3ª	11,9	-

* A FORÇA DE TRACÇÃO UTILIZÁVEL DEPENDE DO COEFICIENTE DE TRACÇÃO E DO PESO DO TRATOR COM EQUIPAMENTO

MATERIAL RODANTE:

NÚMERO DE SAPATAS (CADA LADO): 38
 TIPO DE SAPATA: GARRA SIMPLES COM 71 mm DE ALTURA
 LARGURA DA SAPATA: 510 mm (STANDARD, SERVIÇO PESADO)
 560 mm
 560 mm (SERVIÇO PESADO) } OPCIONAIS
 610 mm (SAPATA ADOTADA)

ÁREA DE CONTATO SOBRE O SOLO: 33.184 cm² (SAPATAS DE 610 mm)

Nº DE ROLETES SUPERIORES (CADA LADO): 2

Nº DE ROLETES INFERIORES (CADA LADO): 6

OSCILAÇÃO DA RODA GUIA: 406 mm

SISTEMA HIDRÁULICO:

TIPO DE BOMBA: DE ENGRENAGENS
 VAZÃO DE SERVIÇO: 227 l/min
 PRESSÃO DE SERVIÇO: 69 bar
 ROTAÇÃO NOMINAL DO MOTOR: 2080 r.p.m
 ACIONAMENTO: POR ENGRENAGENS, ACOPLADO DIRETAMENTE AO MOTOR

CAPACIDADES:

TANQUE DE COMBUSTÍVEL: 435 l
 SISTEMA DE ARREFECIMENTO: 48,4 l
 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO: 27,4 l (CARTER)
 70,0 l (TRANSMISSÃO)
 34,1 l (COMANDOS FINAIS, CADA LADO)

PESOS E DIMENSÕES:

ALTURA (ATÉ O TOPO DO TANQUE): 2160 mm
 COMPRIMENTO TOTAL: 5640 mm
 LARGURA (COM SAPATA DE 610 mm): 2650 mm
 ALTURA LIVRE: 347 mm
 BITOLA: 2030 mm
 PESO EM ORDEM DE SERVIÇO: 20.090 kg
 PRECISÃO ESPECÍFICA SOBRE O SOLO (C/ SAPATAS DE 610 mm): 0,605 kg/cm²

UNIDADE DE INSTALAÇÃO ②

DISCRIMINAÇÃO: SUBSOLAR ARTICULADO PARA INSTALAÇÃO DE TUBOS-DE DRENO AGRÍCOLAS (ARRANJO TRACIONADO)

PROCEDÊNCIA: CANADÁ

MARCA: ZORPLOW

MODELO: OGPP 100

PESO OPERACIONAL: 5.443 kg

POTÊNCIA NOMINAL DE TRACÇÃO INDICADA: 200 HP (TRATOR DE ESTEIRAS)

VAZÃO DE SERVIÇO REQUERIDA DO SISTEMA HIDRÁULICO: 87 l/min

PRESSÃO DE SERVIÇO REQUERIDA PELO SISTEMA HIDRÁULICO: 138 bar

ÂNGULO HORIZONTAL MÁXIMO (CADA LADO DO EIXO): 48°

PROFUNDIDADE MÁXIMA DE OPERAÇÃO: 1524 mm

FORÇA DE TRACÇÃO MÁXIMA: 45.350 kg

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO PARA MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA: O EQUIPAMENTO É INDICADO PARA OPERAR COM TUBOS-DRENO AGRÍCOLA FLEXÍVEIS (BOBINAS) COM DIÂMETROS STANDARD DE ATÉ 80 mm (INCLUINDO ENVELOPE FILTRANTE)

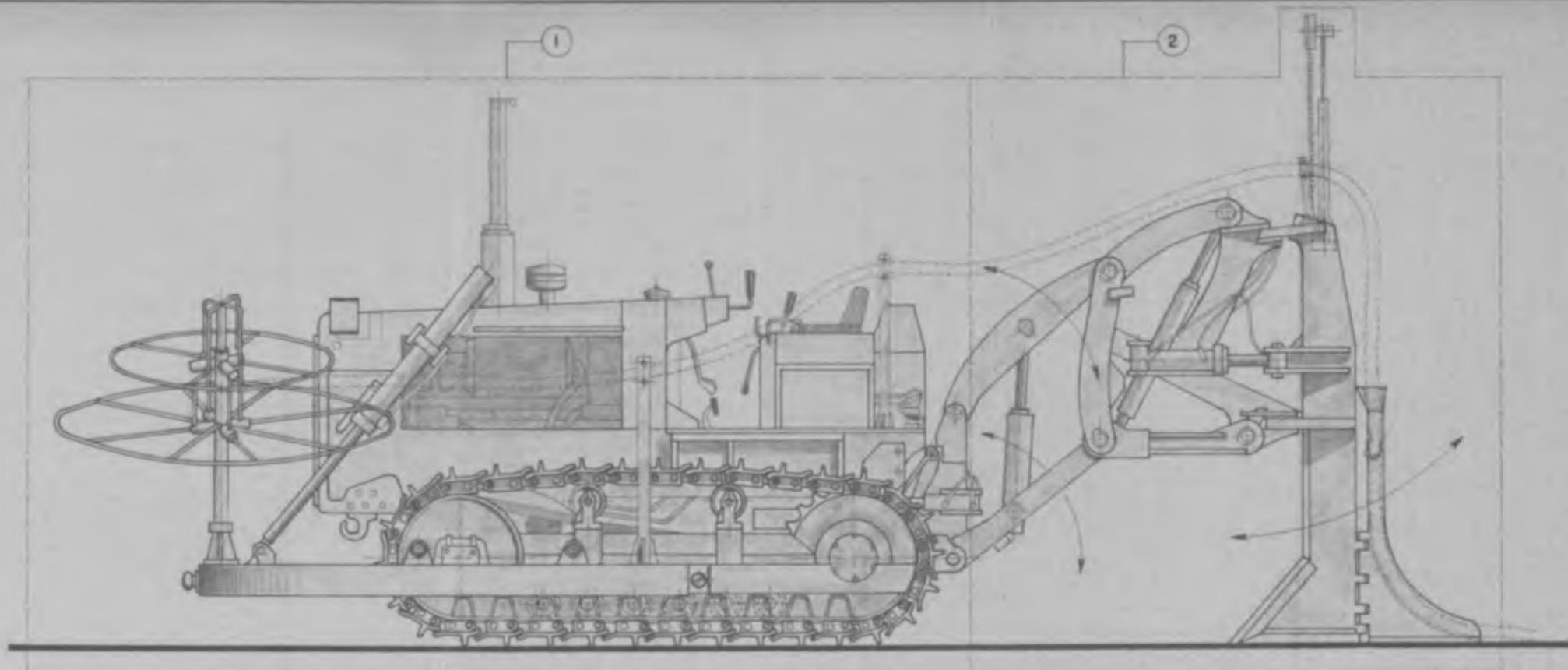
CONTROLE DE GRADIENTE E PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO: HIDRÁULICO DE ACIONAMENTO MANUAL OU AUTOMÁTICO (VIDE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO CONTROLE AUTOMÁTICO DE GRADIENTE E PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO DE DRENOS - SISTEMA LASER)

PRODUÇÃO ESPERADA

ADMITINDO-SE QUE A PRODUÇÃO SEJA CONDICIONADA APENAS PELA NATUREZA DO SOLO E A PROFUNDIDADE DE ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA, PODE-SE ESPERAR UMA PRODUÇÃO ENTRE 600-850 metros/hora

MARCAS E MODELOS SIMILARES:

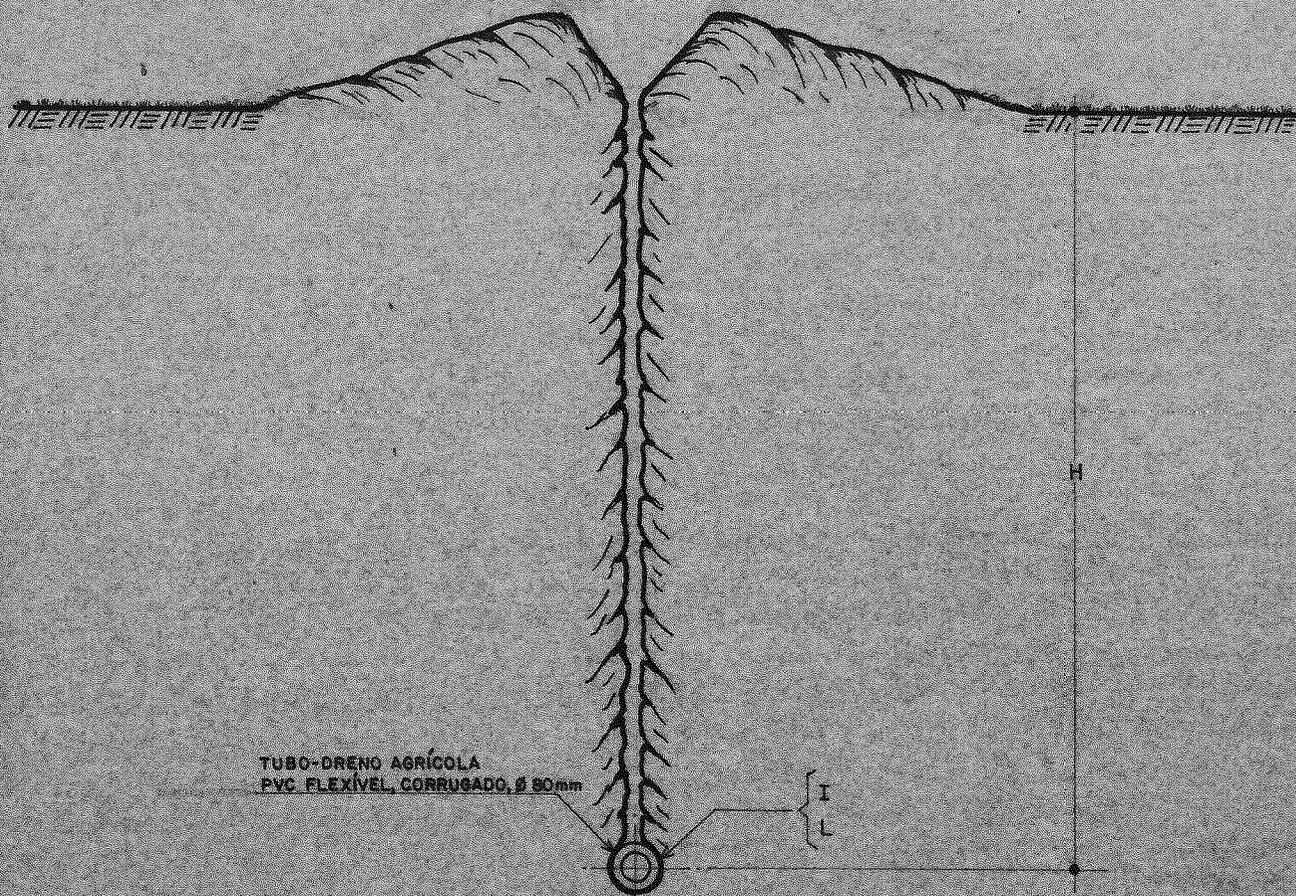
UNIDADE DE TRACÇÃO			UNIDADE DE INSTALAÇÃO		
MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA	MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA
ALLIS CHALMERS	HD16	U.S.A.	BADGER	—	INGLATERRA
CATERPILLAR	977	U.S.A.	CANTECO	—	CANADÁ
INTERNATIONAL	TD15	U.S.A.	WEDGE	—	—
TEREX	8220	U.S.A.			



EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA MECANIZADO POR SUBSOLAÇÃO (ARRANJO TRACIONADO)

PRANCHA Nº 15

DESENHISTA: Milton Pereira DATA: 21/09/82 VISTO: FOLHA Nº 61



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: GEOMETRIA DA FENDA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA (TUBO-DRENO AGRÍCOLA DE PVC FLEXÍVEL, CORRUGADO Ø 80mm) NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO MECANIZADO (POR SUBSOLAÇÃO).

DIMENSÕES: H = 1000 mm
I = 0,2%
L = 100 m

GEOMETRIA DA FENDA DE ACESSO PARA ASSENTAMENTO DOS MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA (TUBO-DRENO AGRÍCOLA DE PVC FLEXÍVEL, CORRUGADO Ø 80mm) NO SISTEMA DE INSTALAÇÃO MECANIZADO (POR SUBSOLAÇÃO)

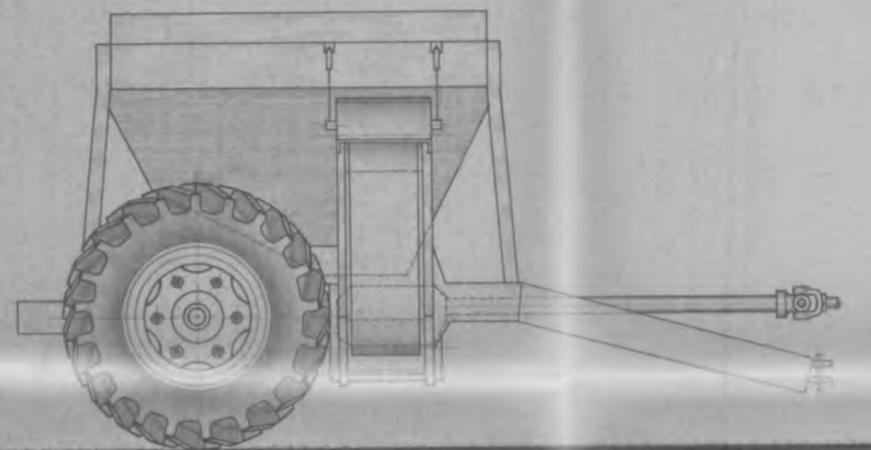
FRANCHA Nº 16

DESENHISTA: Milton Pereira

DATA: 30 / 10 / 82

VISTO:

FOLHA Nº 52



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

UNIDADE DE TRANSPORTE PARA MATERIAIS GRANULARES DRENANTES (CONCEPÇÃO TÉCNICA)

DISCRIMINAÇÃO: CARRETA GRANELEIRA
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA / MODELO: CONCEPÇÃO TÉCNICA

CAPACIDADE DE CARGA OPERACIONAL 4800 kg (3,0 m³ DE BRITA Nº 3)
 CAPACIDADE DE DESCARGA MÁXIMA 1600 kg/minuto

ACIONAMENTO: POR EIXO CARDAN ACOPLADO À TOMADA DE POTÊNCIA A 540 rpm, CAIXA DE TRANSMISSÃO COM ENGRELAGENS DE REDUÇÃO (HELICOIDAIS) EM BANHO DE ÓLEO.

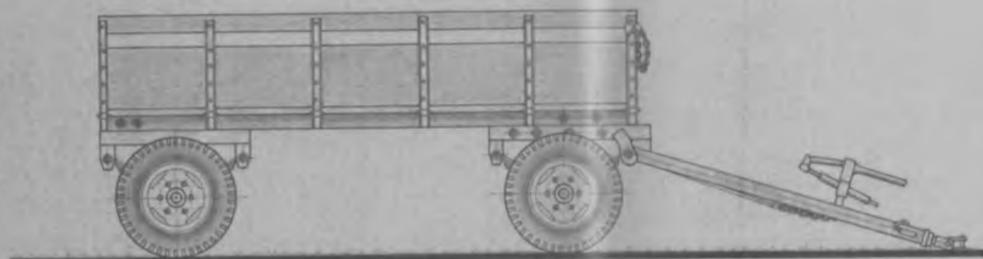
LANÇA: COMPRIMENTO ENTRE EIXOS EXTERNOS 4000 mm
 NÚMERO DE ROLETES (DISPOSIÇÃO EM V) 8 (CADA LADO)
 CORREIA TRANSPORTADORA LÂMINA DE BORRACHA REFORÇADA COM FIBRAS, LARGURA DE 500 mm
 CONTROLE DE ALTURA COM CABO DE AÇO E TIRANTE

MATERIAL RODANTE: RODADO DUPLICADO, AROS 15 x 30, PNEUS INDUSTRIAIS

PÉ DE APOIO: TIPO PARAFUSO, PARA NIVELAMENTO DA CARRETA

PESOS E DIMENSÕES GERAIS

COMPRIMENTO NO LADO 2500 mm
 ESPESURA DA CHAPA METÁLICA 2,65 mm
 COMPRIMENTO DA CAIXA 2350 mm
 LARGURA DA CAIXA 2250 mm
 ALTURA DA CAIXA 1850 mm
 BITOLA: 1800 mm
 PESO EM ORDEM DE EMBARQUE: 1800 kg (APROX.)



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

UNIDADE DE TRANSPORTE PARA TUBOS DRENO

DISCRIMINAÇÃO: CARRETA AGRÍCOLA
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: BLUE LINE
 MODELO: CA-144, TIPO 420

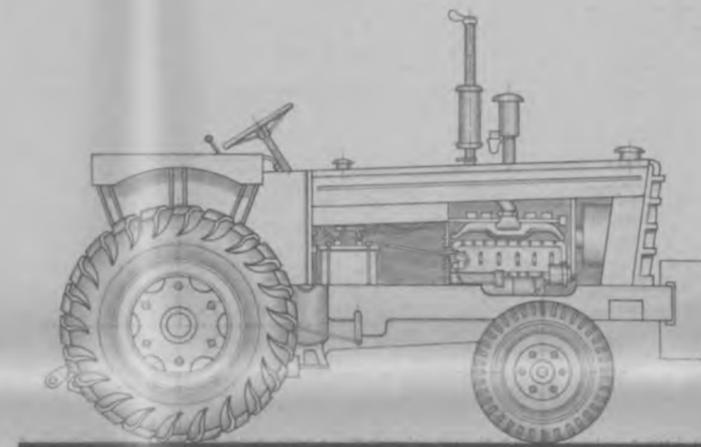
CAPACIDADE DE CARGA OPERACIONAL 6000 kg
 MATERIAL RODANTE (DUPLICADO): 7,50 x 16 (ARO DESMONTÁVEL)
 PNEUS 7,50 x 16 - 10 LONAS

TIPO DE SUSPENSÃO: MOLAS SEMIELÍPTICAS, II FOLHAS
 FREIOS: MECÂNICO, DE FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO NAS RODAS TRASEIRAS
 DIREÇÃO: 3/4 DE VOLTA TÍPICO 50 RODA COM LIMITADOR
 PESOS E DIMENSÕES GERAIS: COMPRIMENTO DA PLATAFORMA 4200 mm
 LARGURA DA PLATAFORMA 2100 mm
 VÃO LIVRE DO CHÃO ÀS LONGARINAS 900 mm
 ALTURA DAS GUARDAS DA CARROCERIA 600 mm
 BITOLA: 1770 mm
 PESO EM ORDEM DE EMBARQUE: 800 kg (APROX.)

MARCAS E MODELOS SIMILARES

UNIDADE DE TRACÃO E ACIONAMENTO			UNIDADE DE TRANSPORTE PARA TUBOS DRENO (CAP. 6000)		
MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA	MARCA	MODELO	PROCEDÊNCIA
VALMET	118	BRASIL	ICMA	BAHIA	BRASIL
MASSEY	296	BRASIL	INDUMEC	CAI 5000	BRASIL
FERGUSON			STARA	LW 8000	BRASIL
			EDA	CENENÁRIO	BRASIL
			FUMASA	ASCA 18	BRASIL
			CAMBÉ	MOD 8000	BRASIL

FORNE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, FORD DO BRASIL (1982)



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

UNIDADE DE TRACÇÃO E ACIONAMENTO

DISCRIMINAÇÃO: TRATOR AGRÍCOLA
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: CBT
 MODELO: 2105

MOTOR: TIPO DIESEL, INJEÇÃO DIRETA, ARREFECIDO A ÁGUA
 MARCA: MERCEDES BENZ
 MODELO: OM-352
 Nº DE CILINDROS: 08
 DISPOSIÇÃO DOS CILINDROS: EM LINHA
 DIÂMETRO x CURSO DOS CILINDROS: 97 x 128 mm
 CILINDRADA: 5 675 cc
 POTÊNCIA NOMINAL: 104 HP, 78 kW a 2200 rpm
 TRANSMISSÃO: CAIXA DE MARCHAS DE ENGRELAGENS, COM 06 VELOCIDADES À VANTE E 02 À RÉ

MARCHAS	VELOCIDADES MÁXIMAS NO SOLO (km/h)
A VANTE 10	3,43
20	7,4
30	9,65
40	12,59
50	15,35
60	28,14
À RÉ ALTA	10,57
À RÉ BAIXA	5,95

MATERIAL RODANTE

PNEUS DIANTEIROS: 7,50 x 16 (AGRÍCOLA)
 PNEUS TRASEIROS (RODADO DUPLICADO): 23,1/18x26 (AGRÍCOLA ARROZEIRO)

SISTEMA HIDRÁULICO

LEVANTE HIDRÁULICO DE 3 PONTOS: AÇÃO-MENTO ATRAVÉS DE BOMBA HIDRÁULICA DE PISTÕES, UTILIZANDO-SE DE ÓLEO ESPECIAL, SISTEMA DE DUPLA AÇÃO, CONTROLE POR ALAVANCAS.

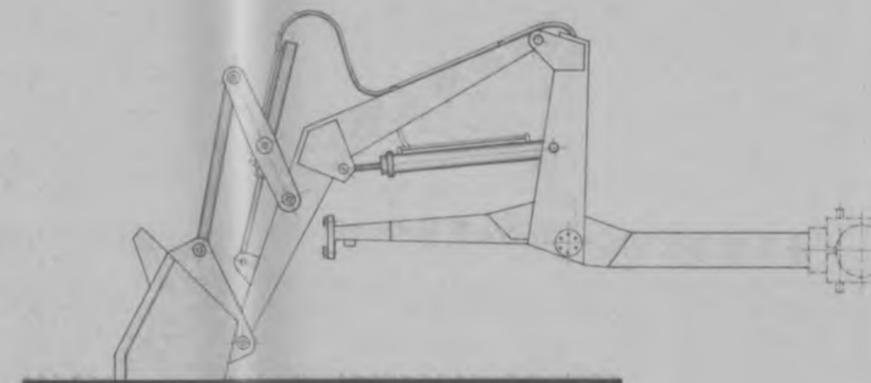
TOMADA DE POTÊNCIA: COM EMBREAGEM HIDRÁULICA PRÓPRIA, 540 rpm a 1800 rpm DO MOTOR

BARRA DE TRACÇÃO: DO TIPO AGRÍCOLA

CAPACIDADES:

TANQUE DE COMBUSTÍVEL: 148 l
 SISTEMA DE ARREFECIMENTO: 25 l
 CARTER DO MOTOR: 14 l
 TRANSMISSÃO: 30,3 l
 LEVANTE HIDRÁULICO: 36 l
 DIREÇÃO HIDRÁULICA: 2,5 l

PESOS E DIMENSÕES GERAIS (STANDARD)
 DISTÂNCIA ENTRE EIXOS: 2120 mm
 COMPRIMENTO TOTAL: 3750 mm
 BITOLA DIANTEIRA: 1640 mm
 BITOLA TRASEIRA: 1690 mm
 ALTURA MÁXIMA NO PONTAL DO CAPÔ: 1650 mm
 PESO EM ORDEM DE SERVIÇO: 3315 Kg (S/ LASTRO)
 5640 Kg (C/ LASTRO)



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: PÁ CARREGADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: MADAL
 MODELO: C1-50

SISTEMA HIDRÁULICO:

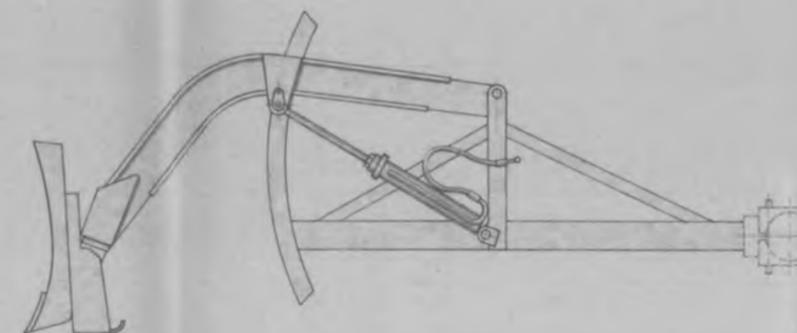
BOMBA - TIPO DE ENGRELAGENS, ACOPLADA À TOMADA DE FORÇA
 VAZÃO DE SERVIÇO: 75 l/min a 1900 rpm.

CILINDROS HIDRÁULICOS DE DUPLA AÇÃO COM NASTES CROMADAS
 PRESSÃO DE SERVIÇO: 110 Kg/cm²

PESOS E DIMENSÕES GERAIS

CAPACIDADE CORDADA: 0,6 m³
 CAPACIDADE RASA: 0,5 m³
 CAPACIDADE MÁXIMA DE ELEVAÇÃO: 1600 Kg
 LARGURA DA CONCHA (BOCA): 1800 mm
 ALTURA DE DESCARGA: 2500 mm
 FORÇA DE ESCAVO: 1600 Kg
 PESO DO CONJUNTO (SEM TRATOR): 1900 Kg

FORNE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, MADAL S/A - (1982)



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: LÂMINA NIVELADORA FRONTAL (ARRANJO MECÂNICO)
 PROCEDÊNCIA: BRASIL
 MARCA: MADAL
 MODELO: PFD 2400

SISTEMA HIDRÁULICO:

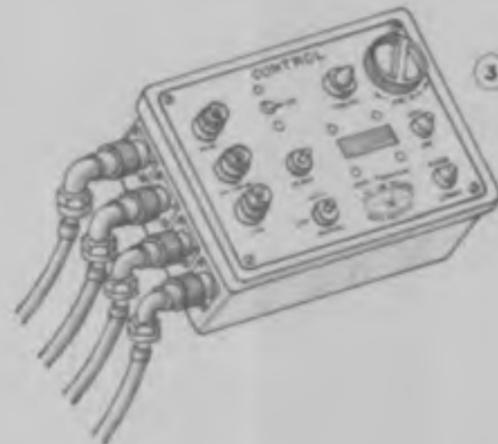
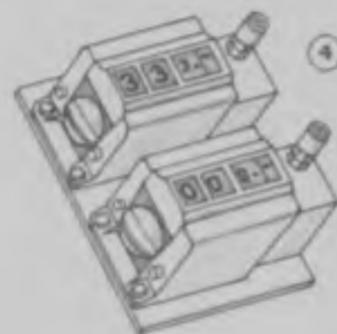
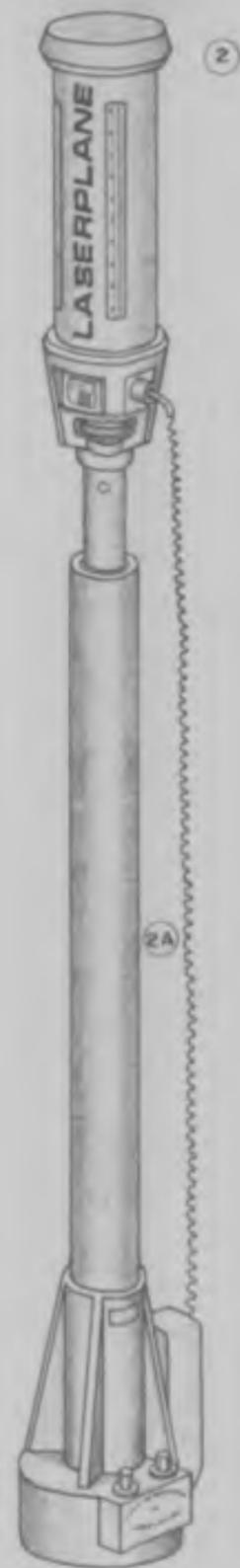
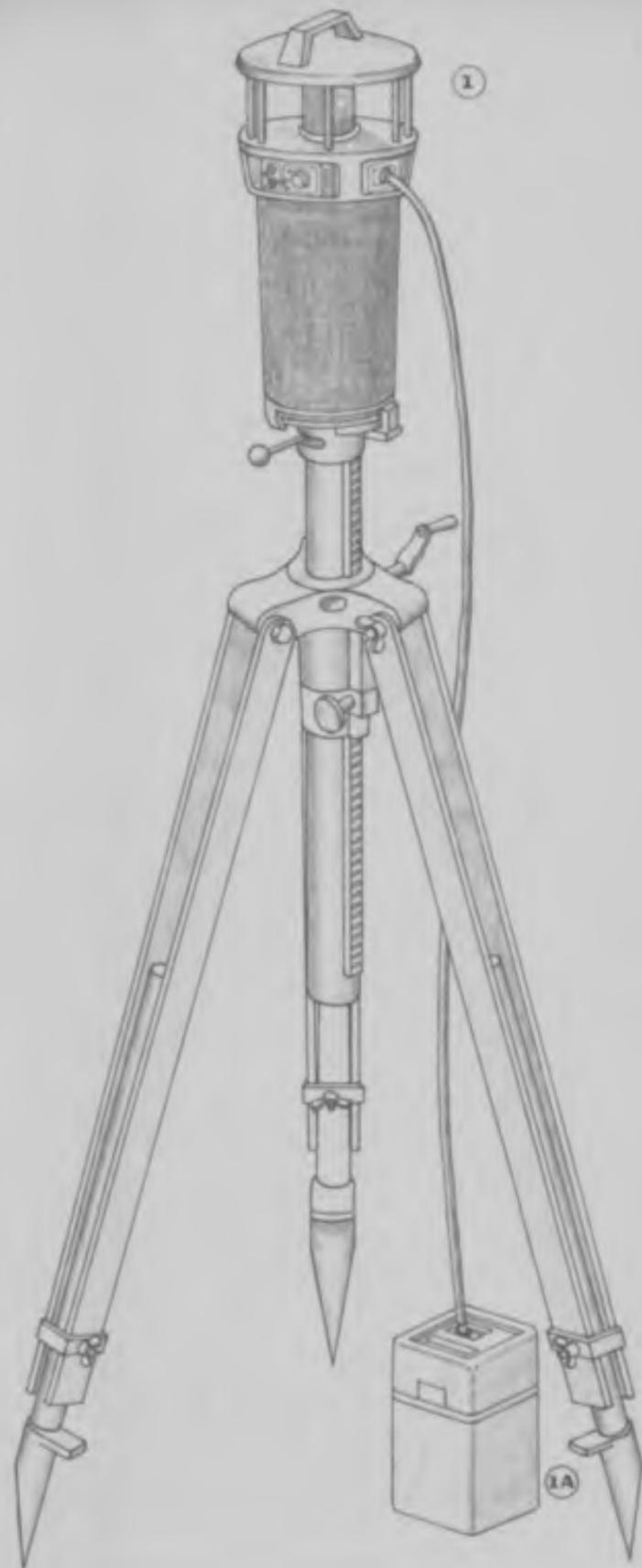
BOMBA - TIPO DE ENGRELAGENS, ACOPLADA AO VIRABREVIM
 VAZÃO DE SERVIÇO: 81 l/min a 1500 rpm
 CILINDROS HIDRÁULICOS DE DUPLA AÇÃO COM NASTES CROMADAS
 PRESSÃO DE SERVIÇO: 100 Kg/cm²

PESOS E DIMENSÕES GERAIS

COMPRIMENTO DA LÂMINA: 2400 mm
 ALTURA: 505 mm
 PESO COM SAPATAS: 238 Kg
 PESO DO CONJUNTO (SEM TRATOR)

FORNE: CATÁLOGO DE ESPECIFICAÇÕES, MADAL S/A - (1982)

EQUIPAMENTOS AUXILIARES PARA TRANSPORTE DE MATERIAIS DE DRENAGEM AGRÍCOLA				BRANCHA Nº 17
DESENHISTA: Milton Pereira	DATA: 18/10/82	VISTO:		FOLHA Nº 3



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS:

DISCRIMINAÇÃO: EQUIPAMENTO DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE NÍVEL
 PROCEDÊNCIA: U.S.A.
 MARCA: SPECTRA-PHYSIS LASERPLANE

UNIDADE DE TRANSMISSÃO (1)

MODELO: 945 95
 VELOCIDADE DE ROTAÇÃO: 0-360 rpm ou
 0-600 rpm
 CAPACIDADE DE AUTONIVELAMENTO: $\pm 8^\circ$
 VARIAÇÃO DE DECLIVIDADE: 0-10 %
 FONTE DE ENERGIA: BATERIA 12V, 1,25A
 PESO OPERACIONAL, INCLUINDO TRIPÉ: 23 Kg
 AJUSTE DE ALTURA GRADUADO: 750 mm
 CAPACIDADE DE GRADUAÇÃO COMPOSTA: min
 PRECISÃO A 300 m: ± 23 mm
 TEMPO DE AJUSTE: 2 min

MARCAS E MODELOS SIMILARES

MARCAS	MODELOS	PROCEDÊNCIA
BLOUNT INDUSTRIES	—	USA
CONTRACTORS EQUIP- MENT SUPPLY	—	USA
CONSTRUCTION LASER SYSTEMS	—	USA
LASER ALIGNMENT	—	USA
LASER GENIE	—	CANADÁ
MICRO GRADE	—	USA

UNIDADE RECEPTORA (E MASTRO TELESCÓPICO) MODELO 9930 (2A) (2)

MODELO: 9913
 ÂNGULO DE RECEPÇÃO: 360°
 SINAL DE SAÍDA: ELÉTRICO
 BORDA MORTA: 9 mm
 ACIONAMENTO DO MASTRO: ELÉTRICO
 AJUSTE VERTICAL: 1200 mm

UNIDADE DE CONTROLE (3)

MODELO: 9926
 SINAL DE SAÍDA: HIDRÁULICO OU VISUAL (MONITOR)
 LEITURA DO RECEPTOR: MONITOR (ELETRÔNICO)
 CONTROLE DO AJUSTE
 VERTICAL DO RECEPTOR: REMOTO
 VARIAÇÃO DE DECLIVIDADE: $\pm 10\%$

CONTADORES (4)

EQUIPAMENTO DE CONTROLE
 AUTOMÁTICO DE NÍVEL

PRANCHA Nº 18

DESENHISTA: Milton Pereira

DATA: 23/10/82

VISTO

FOLHA Nº 64

Quadro 11 Quadro geral de mão-de-obra suplementar requerida pelos sistemas de instalação, por equipe de campo.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR REQUERIDA	
		Sistemas	Equipamentos principais	Classificação	Quantidade
Superficial	—	Mecanizado	Escavadeira hidráulica	Especializada	01
			Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	Não-especializada	02
			Valetadeira rotativa monodisco (Arranjo Mecânico)		
Subsuperficial	Material granular drenante (Brita nº 3) envelopado com geotêxtil não-tecido.	Semi-mecanizado	Escavadeira hidráulica	Especializada	01
			Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	Semi-especializada	01
		Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	Não-especializada	07
	Tubo-dreno agrícola termocerâmico Ø 75mm, envelopado com geotêxtil não-tecido.	Semi-mecanizado	Escavadeira hidráulica	Especializada	01
			Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	Semi-especializada	01
		Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	Não-especializada	
	Tubo-dreno PVC rígido corrugado Ø 75mm envelopado com geotêxtil não-tecido.	Semi-mecanizado	Escavadeira hidráulica	Especializada	01
			Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	Semi-especializada	01
		Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	Não-especializada	
	Tubo-dreno agrícola PVC flexível Ø 80mm envelopado com geotêxtil não-tecido.	Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	Especializada Semi-especializada Não-especializada	01 01 04
			Subsolador articulado (Arranjo Tracionado)	Especializada Semi-especializada Não-especializada	01 01 03

ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL					
SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (anos)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		PROCEDIMENTOS (OPERAÇÕES) DE INSTALAÇÃO
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	
SUPERFICIAL	—	15	Mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Valetamento
				Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	. Valetamento
				Valetadeira Rotativa monodisco (Arranjo Mecânico)	. Valetamento
SUB-SUPERFICIAL	Material granular drenante (Brita nº3) envelopada com geotêxtil não-tecido	75	Semi-mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria. . Carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.
				Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria. . Carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras
			Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria, carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.
				Tubo-dreno agrícola termo-cerâmico Ø75mm envelopado com geotêxtil não-tecido	50
	Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria. . Carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.			
	Mecanizado	Valetadeira contínua (Frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria, carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.		
		Tubo-dreno PVC rígido corrugado Ø75mm envelopado com geotêxtil não-tecido	75		
	Retroescavadeira (Arranjo Mecânico)			. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria. . Carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.	
	Mecanizado			Valetadeira contínua (Frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1ª categoria, carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola. . Reaterro das trincheiras.
				Tubo-dreno agrícola PVC flexível corrugado Ø80mm envelopado com geotêxtil não-tecido	75
	Subsolador articulado (Arranjo Tractionado)	. Carga, transporte (DMT=300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola.			

3.2 ESTIMATIVA DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS

CARVALHO FILHO (1981) lembra que as "estimativas de custos" constitui uma tarefa de difícil desenvolvimento. Excetuando-se casos especiais envolvendo processos altamente tecnificados, automatizados e previsíveis, a estimativa de custos exige maior dose de sentimento, julgamento e bom senso por parte do planejador, do que propriamente conhecimentos técnicos e capacidade analítica. Tal afirmativa é particularmente válida no caso da apropriação dos custos da drenagem agrícola. Inúmeras são as variáveis imprevisíveis que incidem nos seus processos de implantação e manejo.

É importante, pois, observar desde já que os custos estimados para as diversas alternativas técnicas de drenagem agrícola não constituem custos reais, mas sim custos ideais. Acredita-se que sejam dotados de suficiente precisão para servirem de base decisória na avaliação econômica das mesmas.

3.2.1 Custos de investimento inicial (I)

A. Hipóteses admitidas

Definidas e especificadas as alternativas de investimento, há necessidade de se estabelecer critérios ou hipóteses que restrinjam o grande número de fatores que influenciam as estimativas em apreço. Dessa forma, relaciona-se:

- a. o solo é considerado de 1ª categoria, comportando o emprego estrito dos recursos técnicos previstos nas alternativas de drenagem propostas;
- b. as condições de serviço mecanizado são supostamente médias e o apoio logístico eficiente;
- c. supõe-se linhas de drenos em disposição paralela, com extensão da ordem de 100 metros, e as densidades de drenagem preconizadas no quadro 13;

Quadro 13. Densidades de drenagem

ESTRUTURAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	DENSIDADE DE DRENAGEM (m/ha)					
	E S P A Ç A M E N T O S (m)					
	5	10	20	25	30	50
Drenos superficiais	—	—	500	400	300	200
Drenos subsuperficiais	2000	1000	500	400	300	200

*Cabe observar que os drenos coletores constituem estruturas hidráulicas que operacionalmente atendem extensa área, e são comuns a quaisquer das alternativas técnicas de drenagem propostas. Por conseguinte, é de pouco valor a apropriação do seu custo no segmento correspondente à geometria da área de estudos para uma avaliação econômica das mesmas.

- d. considera-se que os serviços de instalação sejam executados por empresa do ramo, cabendo ao empresário agrícola a aquisição dos mesmos;
- e. admite-se também que os custos de investimento inicial obtidos independem dos aspectos relativos à intensidade e escala de produção.

B. Método de apropriação dos custos de investimento inicial

A metodologia adotada é aquela descrita pelo DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER, em seu "Manual de Composição de Custos Rodoviários", Volume I (1972), ou da mesma instituição, "Primeira Consolidação dos Estudos de Atualização e Complementação do Manual de Composição de Custos Rodoviários", Volume I (1979). Após uma análise criteriosa e algumas pequenas alterações de sua estrutura, tal método mostrou-se extremamente adequado para o objetivo pretendido. Caracteriza-se por uma grande versatilidade e conteúdo de informações compatíveis com a realidade de campo e de mercado. Ademais, consiste num procedimento amplamente conhecido e oficialmente empregado pelos empreiteiros. Convém descrever sucintamente a sua aplicação.

Os custos em evidência serão estimados com base nos custos unitários diretos totais das operações (serviços) que compõem o procedimento de instalação de cada alternativa, observadas as densidades de drenagem preconizadas.

Incidem nestes custos as taxas adicionais ou bonificação (custos indiretos), perfazendo os custos unitários totais de cada operação. O somatório destes, resulta no custo total de instalação, ou melhor, no custo de investimento inicial da alternativa técnica de drenagem considerada.

De acordo com a metodologia supracitada, os cálculos estimativos são procedidos sobre planilhas especiais, as quais se encontram ilustradas nas páginas 73 a 76. A última, referente ao demonstrativo do orçamento, constitui o desfecho da estimativa de custo de investimento inicial de uma determinada opção de drenagem. A estrutura e a apresentação das planilhas dispensa comentários adicionais sobre o seu funcionamento.

Constituem ainda informações básicas para o estabelecimento dos custos unitários totais dos serviços, os preços dos elementos que entram na sua composição, arrolados nos quadros 14 e 15, bem como nas planilhas 1 e 2.

Os custos de investimento inicial estimados para as alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas serão expressas em dólares americanos por hectare trabalhado nas densidades de drenagem estipuladas (base de equivalência cambial em 06/1982 : US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00).

Quadro 14. Custos de aquisição estimados dos materiais de drenagem empregados, postos no local das obras.

DISCRIMINAÇÃO DO MATERIAL DE DRENAGEM	MARCA/TIPO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO ESTIMADO (US\$)*
Material granular drenante (Brita nº 3)	—	Metro cúbico (m ³)	16,00
Tubo-dreno agrícola termocerâmico Ø75mm	—	peça (pç)	0,160
Tubo-dreno PVC rígido corrugado Ø 75mm	TIGRE	Barra 6m (barra)	6,96

(continuação)

DISCRIMINAÇÃO DO MATERIAL DE DRENAGEM	MARCA/TIPO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO ESTIMADO (US\$)*
Tubo-dreno agrícola PVC flexível corrugado Ø 80mm	FRANKISCHE	Bobina de 100m (bobina)	220,00**
Geomembrana geotêxtil não-tecido	BIDIM OP-20	quilograma (kg)	7,40***
Estrutura (terminal) de desague para tubos-dreno	—	peça (pç)	3,00
Estrutura (terminal) de desague para drenos com material granular drenante (concepção técnica)	—	peça (pç)	20,00

* Data: junho de 1982. Base de equivalência cambial no período: US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00.

** Tratando-se de material importado, o valor estimado inclui também as taxas adicionais de importação, apuradas em 65% do custo FOB.

*** O valor estimado inclui adicionais de 30%, correspondente ao custo de fornecimento das mantas e envelopes nas dimensões adequadas, bem como ao custeio das operações de lançamento e/ou envelopamento.

Quadro 15. Outros custos

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO ESTIMADO *
Taxa de juros	12% a.a.**
Preço do Diesel (l)	US\$ 0,47
Salário Base (Mínimo Médio Regional)	US\$ 105,11
Bonificação	38,29%
Encargos Sociais	91,9%

* Data: junho de 1982. Base de equivalência cambial no período: US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00.

** O emprego desta taxa de juros restringe-se apenas à estimativa do custo horário de utilização de equipamentos.

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

(1)
DATA: JUNHO DE 1982

DISCRIMINAÇÃO (MÁQUINAS)	MODELO	CODIGO	(2)		(3)			OPERAÇÃO		(1)		
			POTÊNCIA	VIDA ÚTIL	HORAS	VALOR DE	DEPREC.	MANU-	MATERIAL	M. de OBRA	PRODUTIVO	IMPRODUTIVO
			(HP)	(a)	POR	AQUISIÇÃO	E	TENÇÃO				
				ANO	x (US\$ 1,00)	JUROS	(M)	(MT)	(MO)	(DJ+M+MT+MO)	(DJ+MO)	
01. Escavadeira hidráulica marca POCLAIN	TCS	22.500	78	6	2000	136.076,00	16,54	9,07	6,60	2,52	34,73	19,06
02. Retroescavadeira/pã-car- regadeira (Arranjo Mecâ- nico) marca CASE	580 H	22.500	74	6	2000	53.798,00	6,54	3,58	6,26	2,52	18,90	9,06
03. Trator agrícola marca CBT	2080	20.205	65	5	2000	17.089,00	2,37	1,36	5,50	1,68	10,91	4,05
04. Trator agrícola marca CBT	2105	20.210	108	5	2000	22.880,00	3,17	1,83	9,13	1,68	15,81	4,85
05. Trator de esteiras marca CATERPILLAR	D7 G	21.120	200	5	2000	419.943,00	58,24	41,99	16,92	2,52	119,67	60,76
06. Valetadeira contínua (equipamento autopropul- sado) marca HOES	GIGANT	29.000	213	5	2000	260.000,00 (36.000,00)	36,06	26,00	18,02	2,52	82,60	38,58

OBSERVAÇÕES: (1) Base de equivalência cambial no período : US\$ 1,00 = Cr\$ 158,00.
 (2) Admitindo-se condições de trabalho médias.
 (3) Conforme as especificações técnicas gerais constadas nas pranchas respectivas.
 (4) Inclui o preço dos equipamentos do sistema de controle automático de gradiente e profundidade de instalação adaptado à máquina (SISTEMA LASER), conforme especificações técnicas gerais constadas na prancha respectiva.

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

(1)
DATA: JUNHO DE 1982

(2)

(3)

DISCRIMINAÇÃO (IMPLEMENTOS)	MODELO	CODIGO	POTÊNCIA (HP)	VIDA ÚTIL (n)	HORAS POR ANO (h)	VALOR DE AQUISIÇÃO x (US\$ 1,00) (Va)	DEPREC. E JUROS (DJ)	MANU- TENÇÃO (M)	OPERAÇÃO		CUSTO HORÁRIO	
									MATERIAL (MT)	M.de OBRA (MO)	PRODUTIVO (DJ+M+MT+MO)	IMPRODUTIVO (DJ + MO)
01. Valetadeira rotativa monodisco (Arranjo Mecânico) marca ICMA	60	2.9.000	-	4	2000	3.233,00	0,53	0,20	0,04	-	0,77	0,53
02. Carreta agrícola marca BLUE LINE	CA-M4 Tipo 420	2.9.000	-	6	2000	3.078,00	0,37	0,20	0,04	-	0,61	0,37
03. Carreta para transporte de material granular drenante (concepção técnica)	-	2.9.000	-	4	2000	6.052,00	0,99	0,60	0,12	-	1,71	0,99
04. Pã-carregadeira (Arranjo Me- cânico) marca MADAL	CI-50	2.9.000	-	6	2000	10.760,00	1,31	0,45	0,09	-	1,85	1,31
05. Lâmina niveladora frontal (Arranjo Mecânico) marca MADAL	PFD 2400	2.9.000	-	6	2000	3.438,00	0,42	0,14	0,03	-	0,59	0,42
06. Subsolador articulado para instalação de tubos-dreno agrícola (Arranjo Tracionado) marca ZOR-PLOW	PCPP-100	2.9.000	-	5	2000	(5) 69.500,00 (38.000,00)	9,63	6,89	1,38	-	17,90	9,63

(4)

17,90

9,63

OBSERVAÇÕES: (1) Base de equivalência cambial no período : US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00.
 (2) Admitindo-se condições de trabalho médias.
 (3) Conforme as especificações técnicas gerais constadas nas pranchas respectivas.
 (4) Adotou-se 20% dos gastos com manutenção como sendo o consumo de materiais.
 (5) Inclui o preço dos equipamentos do sistema de controle automático de gradiente e profundidade de instalação adaptado à máquina (SISTEMA LASER), conforme especificações técnicas gerais constantes na prancha respectiva.

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

DATA: JUNHO DE 1982

DISCRIMINAÇÃO	MODELO	CODIGO	POTÊNCIA (HP)	VIDA ÚTIL (n)	HORAS. POR ANO (h)	VALOR DE AQUISIÇÃO x (Us\$ 1,00) (Va)	DEPREC. E JUROS (Dj)	MANU- TENÇÃO (M)	OPERAÇÃO		CUSTO HORÁRIO	
									MATERIAL (MT)	M.de OBRA (MO)	PRODUTIVO (Dj+M+MT+MO)	IMPRODUTIVO (Dj + MO)

OBSERVAÇÕES:

PRODUÇÕES DAS EQUIPES MECÂNICAS

DENSIDADE DE DRENAGEM

DATA: JUNHO DE 1982

_____ m / ho.

CÓDIGO:

SERVIÇO:

UNIDADE:

VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNI-DADE	EQUIPAMENTOS			
a	AFASTAMENTO				
b	CAPACIDADE				
c	CONSUMO (Quantidade)				
d	DISTÂNCIA				
e	ESPAÇAMENTO				
f	ESPESSURA				
g	FATOR DE CARGA				
h	FATOR DE CONVERSÃO				
i	FATOR DE EFICIÊNCIA				
j	LARGURA DE OPERAÇÃO				
k	LARGURA DE SUPERPOSIÇÃO				
l	LARGURA ÚTIL				
m	NÚMERO DE PASSADAS				
n	PROFUNDIDADE				
p	TEMPO (FIXO) CARGA DESCARGA E MANOBRA				
q	TEMPO DE PERCURSO (IDA)				
r	TEMPO DE RETORNO				
s	TEMPO TOTAL DE CICLO				
t	VELOCIDADE (IDA) MÉDIA				
u	VELOCIDADE DE RETORNO				

OBSERVAÇÕES:

FÓRMULAS

PRODUÇÃO HORÁRIA					
NÚMERO DE UNIDADES					
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA				
	IMPRODUTIVA				
PRODUÇÃO DA EQUIPE					

CUSTOS UNITÁRIOS

DENSIDADE DE DRENAGEM

DATA: JUNHO DE 1982

_____ m/ha.

CÓDIGO:	SERVIÇO:	UNIDADE:
---------	----------	----------

EQUIPAMENTO	MODELO	CÓDIGO	Q	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPR.	PRODUTIVO	IMPROD.	
(A) TOTAL								

MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR	CÓDIGO	K ou R	QUANT.	SALÁRIO BASE	CUSTO HORÁRIO
(B) TOTAL					

(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE	CUSTO HORÁRIO TOTAL	(A) + (B)
------------------------	---------------------	-----------

(D) CUSTO UNITÁRIO DA EXECUÇÃO	[(A)+(B)] / (C) = (D)
--------------------------------	-----------------------

MATERIAIS	CÓDIGO	UNID.	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
(E) TOTAL					

TRANSPORTE	D. M. T.	UNID.	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
(F) TOTAL					

CUSTO UNITÁRIO DIRETO TOTAL:	(D) + (E) + (F)
------------------------------	-----------------

BONIFICAÇÃO: (38,29%)	
-----------------------	--

CUSTO UNITÁRIO TOTAL:	
-----------------------	--

OBSERVAÇÕES:

DEMONSTRATIVO DO ORÇAMENTO

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA:
 SISTEMA DE INSTALAÇÃO:
 MATERIAIS DE DRENAGEM:
 DENSIDADE DE DRENAGEM: _____ m/ha

EQUIPAMENTO PRINCIPAL:

DATA: JUNHO DE 1982

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DAS OPERAÇÕES	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTOS UNITÁRIOS (US\$)		CUSTOS TOTAIS (US\$)	
				S/ BONIFICAÇÃO	C/ BONIFICAÇÃO	S/ BONIFICAÇÃO	C/ BONIFICAÇÃO
	<u>TOTAL GERAL</u>						

3.2.2 Custos anuais de manejo (M)

Relatou-se na revisão bibliográfica que a literatura especializada é omissa quanto às informações concernentes aos custos de manejo da drenagem agrícola. Para a apropriação de algum valor há que se recorrer novamente à experiência de campo, obtida junto aos empreiteiros do ramo.

Estima-se que o manejo das obras de drenagem agrícola superficial consumam recursos financeiros anuais da ordem de 10% do seu custo de investimento inicial.

Para o sistema de drenagem agrícola subsuperficial, considerando os materiais propostos, tais custos diferem bastante. O autor entende que, neste caso, o manejo estaria restrito à manutenção eventual das estruturas de desague e/ou segmentos das linhas de drenagem. Decorre então, ser plausível estipular-se 0,5% dos custos de investimento inicial das obras de drenagem agrícola subsuperficial como sendo as despesas anuais de seu manejo.

Os custos anuais de manejo estimados para as diversas opções de drenagem propostas serão expressos em dólares americanos por hectare trabalhado nas densidades de drenagem preconizadas (base de equivalência cambial em 06/1982 : US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00).

3.2.3 Custos anuais dos investimentos (V_{AC})

Primeiramente, há que se expressar os custos de investimento das alternativas técnicas de drenagem agrícola em termos de valor presente. Posteriormente, expressar o montante financeiro apurado em uma série uniforme de pagamentos anuais.

Para os cálculos estimativos em apreço, será adotada a taxa de juros i como sendo 6% a.a. Corresponde a taxa de juros real e efetiva proporcionada por aplicação financeira em Caderneta de Poupança. Nesta alternativa de investimento, cuja rentabilidade é garantida na forma da legislação pertinente, aparentemente não incidem riscos elevados para o investidor.

Como as alternativas técnicas de drenagem agrícola sugeridas constituem propostas de investimento com vidas úteis diferentes, proporcionadas pelos tipos de drenos e materiais empregados, adotar-se-á o mínimo múltiplo comum entre elas. Apurou-se um horizonte de duração comum n da ordem de 150 anos. Decorrem, portanto, substituições ou reinvestimentos ao fim da vida útil de cada alternativa, impostas como idênticas à anterior, até completar o horizonte estabelecido. O valor residual dos investimentos, ao fim de sua vida útil, é considerado nulo.

Embasado nas informações acima constadas, as estimativas dos custos anuais das alternativas técnicas de drenagem agrícola serão obtidas da forma:

A. Cálculo do valor presente dos custos de investimento (V_{pc})

$$V_{pc} = \sum_{j=0}^n I (1+i)^{-j}$$

$$V_{pc} = \sum_{j=0}^n I (1,06)^{-j} \quad (3)$$

sendo I o custo de investimento inicial estimado para cada alternativa e j as datas de reinvestimento. Ocorrem três situações:

a) alternativas que empregam drenos agrícolas superficiais, com vida útil técnica estimada, $V_u = 15$ anos.

$$j = 0 - 15 - 30 \dots 135$$

b) alternativas que empregam tubos-dreno agrícolas termoce-râmicos, com vida útil técnica estimada, $V_u = 50$ anos.

$$j = 0 - 50 - 100$$

c) alternativas que empregam material granular drenante e tubos-dreno PVC, com vida útil técnica, $V_u = 75$ anos.

$$j = 0 - 75$$

B. Cálculo do custo anual dos investimentos (V_{AC})

$$V_{AC} = \left[\sum_{j=0}^n I (1+i)^{-j} \right] \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + M$$

$$V_{AC} = V_{pc} \cdot 0,06 + M \quad (4)$$

onde M são os custos de manejo das diferentes alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas, já fornecidas na forma de uma série uniforme de pagamentos anuais.

As estimativas do custo anual dos investimentos serão expressos em dólares americanos por hectare trabalhado nas densidades de drenagem preconizadas (base de equivalência cambial em 06/1982 : US\$ 1,0 = Cr\$ 158,00).

3.3 ESTIMATIVA DOS RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS (RAM) NECESSÁRIOS PARA VIABILIZAR ECONOMICAMENTE AS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS

As alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas somente constituirão investimentos economicamente atrativos se as receitas adicionais decorrentes de seu emprego cobrirem os custos anuais (VAC) estimados para os mesmos.

Os ensaios de drenagem realizados nos Planossolos Hidromórficos rio-grandenses produziram informações sobre acréscimos de produtividade que, no entender do autor, apresentam limitações ao seu emprego como dados apropriados para uma avaliação econômica clássica das alternativas de investimento ora consideradas. Destaca-se o fato de que as especificações, objetivos e condições que atuaram sobre os referidos ensaios, geraram resultados experimentais particulares e muito distintos.

A problemática pode ser contornada estimando-se os rendimentos adicionais mínimos anuais (RAM) dos empreendimentos soja, milho e bovinocultura de corte, necessários para pagar os custos anuais dos investimentos (VAC) exigidos para as diversas alternativas de drenagem. Supõe-se que os empreendimentos agrícolas adotados são recomendáveis para a exploração econômica nos Planossolos Hidromórficos submetidos às técnicas de drenagem sugeridas. Os rendimentos adicionais mínimos anuais (RAM) dos empreendimentos, que satisfaçam a condição acima, serão expressos em kg/ha.ano, tomando-se como base os preços cotados no quadro 16.

Quadro 16. Preços médios unitários pagos ao produtor em junho de 1982 (EMATER/RS, 1982)

P R O D U T O S	PREÇOS MÉDIOS UNITÁRIOS PAGOS AO PRODUTOR(US\$/kg)
Milho	0,12
Soja	0,23
Carne (boi gordo p/corte)	0,27

Estes acréscimos mínimos de produtividade exigidos, com certas reservas, serão comparados com os resultados obtidos nos ensaios conduzidos nas áreas em questão. Desta forma, será possível delinear algumas perspectivas de viabilidade da drenagem agrícola segundo as opções técnicas propostas e os critérios econômicos estabelecidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Convém relembrar que o presente trabalho de pesquisa constitui um estudo particular. Fundamenta-se num quadro geral de informações básicas, no qual constam as especificações técnicas das alternativas de drenagem agrícola propostas e as hipóteses estabelecidas no âmbito econômico. Portanto, quaisquer que sejam as alterações nos itens que compõem este quadro, conduzirão certamente a resultados e conclusões distintas daquelas que no momento serão apreciadas.

Informa-se também que os cálculos referentes aos procedimentos estimativos, encontram-se registrados detalhadamente em volume a parte. Por serem bastante extensos e de difícil condensação, julgou-se dispensável anexá-los ao presente trabalho, o qual expõe somente as estimativas finais.

Cabe ainda observar que a não inclusão dos custos relativos ao dreno coletor, pelas razões expostas em oportunidade anterior, não alterará o ordenamento das alternativas de drenagem quanto aos seus custos, mas certamente conduzirá a uma subestimação das receitas adicionais mínimas necessárias para viabilizá-las economicamente.

4.1 CUSTOS ESTIMADOS DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS RIO-GRANDENSES

4.1.1 Custos de investimento inicial (I)

No quadro 17 estão registrados os custos de investimento inicial das referidas alternativas, estimados a partir da apropriação dos custos unitários totais das operações ou serviços que compõem o procedimento de instalação das mesmas. Nos gráficos 01 e 02 dispõem-se as curvas de custo obtidas, agrupadas segundo o sistema de drenagem a que pertencem.

Pela inspeção das representações gráficas, verifica-se que as estimativas, para os casos específicos, são praticamente lineares. As densidades de drenagem determinam

proporcionalmente as quantidades de serviço e materiais a serem dispendidos na implantação de cada alternativa. Verifica-se também que não há pontos de interceptação das curvas obtidas. Em consequência, inexistem densidades de drenagem a partir das quais uma determinada opção técnica seja mais ou menos onerosa que quaisquer outras, quanto as exigências de investimento inicial. Por outro lado, com o aumento da densidade de drenagem, acentuam-se as diferenças de custo exigidas por um determinado tipo de dreno, segundo o meio técnico e o equipamento principal empregado na sua instalação.

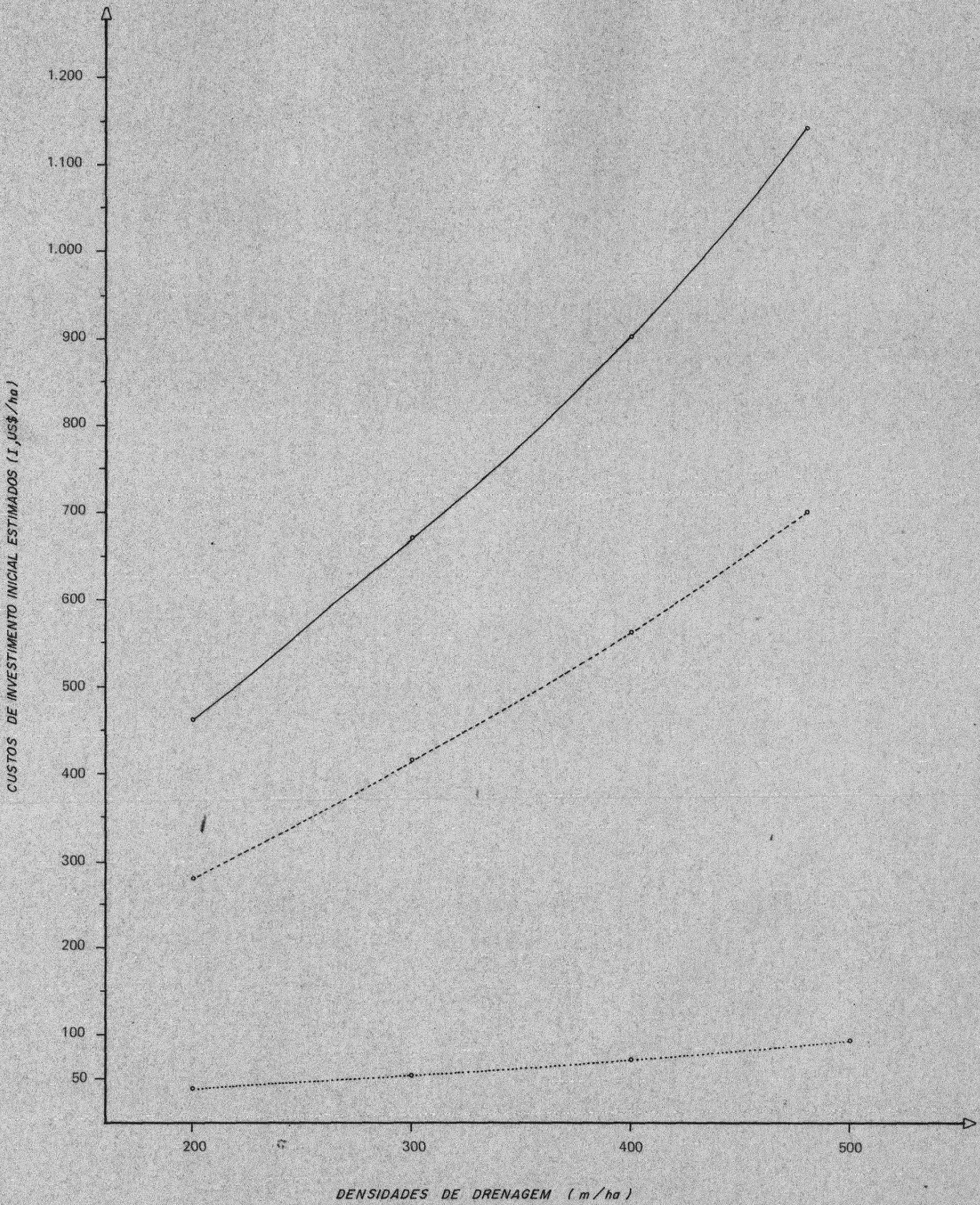
A ordenação das alternativas técnicas de drenagem pelo montante de investimentos iniciais, depende primeiramente do custo dos materiais que empregam os casos específicos. Desta forma o sistema de drenagem agrícola superficial comporta, efetivamente, as opções menos onerosas, observadas as restrições de densidade de drenagem a ele impostas. Por outro lado o emprego de material granular drenante (Brita nº 3) constitui a alternativa mais cara dentre as orçadas no sistema de drenagem agrícola subsuperficial. A menos onerosa neste sistema é a que emprega tubos-dreno agrícolas termocerâmicos.

Todavia quando se trata de um determinado tipo de dreno, o seu custo de investimento inicial fica submetido ao custo horário total da equipe mecânica empregada na sua instalação. Desta forma, na construção de drenos superficiais, a valetadeira rotativa monodisco conduz aos menores custos, enquanto que o emprego de retroescavadeira resulta nos custos mais elevados. Na implantação de drenos subsuperficiais os sistemas de instalação mecanizados proporcionam custos menores do que os semimecanizados. Note-se que para o assentamento de tubos-dreno bobináveis, o emprego de subsolador articulado (Arranjo Tractionado) resulta em custos de investimento inicial inferiores, ainda que pouco, àqueles produzidos pela utilização de valetadeira contínua (Frezadora). Ocorre que este equipamentos principal exige a operação complementar de reaterro das trincheiras de acesso.

ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS PARA OS PIANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL						CUSTOS DE INVESTIMENTO INICIAL ESTIMADOS (I, US\$/ha)					
SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (anos)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		PROCEDIMENTO (OPERAÇÕES) DE INSTALAÇÃO	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS		200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL		15	Mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Valetamento	280,79	419,10	561,60	701,99	-	-
					TOTAL GERAL	280,79	419,10	561,60	701,99	-	-
				Retroescavadeira (arranjo mecânico)	. Valetamento	463,08	671,92	901,80	1.142,27	-	-
					TOTAL GERAL	463,08	671,92	901,80	1.142,27	-	-
				Valetadeira Rotativa Monodisco (arranjo mecânico)	. Valetamento	37,35	55,95	74,94	93,11	-	-
					TOTAL GERAL	37,35	55,95	74,94	93,11	-	-
SUB SUPERFICIAL	Material drenante granular (brita nº 3) envelopada com geotêxtil não-tecido	75	Semi-Mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	156,94	233,15	309,85	387,32	774,64	1.549,29
					. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	2.050,01	3.072,51	4.096,39	5.118,91	10.248,09	20.496,20
					. Reaterro das trincheiras	63,40	95,11	126,42	158,02	317,17	641,92
			TOTAL GERAL	2.270,35	3.400,77	4.352,66	5.664,25	14.339,90	22.667,31		
			Retroescavadeira (arranjo mecânico)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	201,04	300,42	402,10	502,63	1.005,25	2.010,51	
				. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	2.200,48	3.302,85	4.400,95	5.500,15	1.009,86	22.018,67	
	. Reaterro das trincheiras	95,83		142,89	191,25	239,07	478,18	956,32			
	TOTAL GERAL	2.497,15	3.746,96	489,30	6.241,85	12.493,27	24.985,60				
	Mecanizado	Valetadeira contínua (frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria, carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	2.118,89	3.175,99	4.234,52	5.293,97	10.576,89	21.187,58		
			. Reaterro das trincheiras	22,44	33,43	44,62	55,78	11,46	224,85		
			TOTAL GERAL	2.141,33	3.209,42	4.279,14	5.349,75	10.688,35	21.412,41		
	Tubo-dreno agrícola termo cerâmico φ 75mm envelopado com geotêxtil não-tecido	50	Semi-Mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	156,94	233,14	309,85	387,35	774,64	1.549,29
. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola					432,93	647,69	863,37	1.079,21	2.158,43	4.316,87	
. Reaterro das trincheiras					63,39	75,84	126,42	158,02	317,17	641,04	
TOTAL GERAL			653,26	956,67	1.299,65	1.624,58	3.250,24	6.507,20			
Retroescavadeira (arranjo mecânico)			. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	201,05	300,42	402,10	502,63	1.005,26	2.010,52		
			. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	603,90	754,46	1.007,81	1.259,50	2.519,53	5.039,06		
	. Reaterro das trincheiras	95,63	143,21	191,26	239,08	479,22	964,84				
TOTAL GERAL	800,58	1.198,09	1.601,17	2.001,21	4.004,01	8.014,42					
Mecanizado	Valetadeira contínua (frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria, carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	482,50	721,68	961,29	1.201,51	2.405,03	4.810,05			
		. Reaterro das trincheiras	20,09	29,92	39,85	49,77	99,78	200,16			
		TOTAL GERAL	502,59	761,60	1.001,14	1.251,28	2.504,82	5.010,21			
Tubo-dreno PVC rígido corrugado φ 75mm envelopado com geotêxtil não-tecido	75	Semi-Mecanizado	Escavadeira Hidráulica	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	156,94	233,15	309,85	387,32	774,64	1.549,29	
				. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	505,11	747,50	999,63	1.247,86	2.494,39	4.988,56	
				. Reaterro das trincheiras	63,44	94,99	126,28	158,02	317,38	641,04	
		TOTAL GERAL	725,49	1.075,64	1.435,76	1.793,20	3.586,41	7.178,89			
		Retroescavadeira (arranjo mecânico)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria	201,05	300,42	402,10	502,62	1.005,25	2.010,51		
			. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	549,82	814,55	1.090,03	1.364,93	2.719,45	5.438,93		
. Reaterro das trincheiras	67,65		101,41	135,30	169,12	338,87	684,54				
TOTAL GERAL	818,52	1.216,38	1.627,13	2.036,67	4.084,57	8.133,97					
Mecanizado	Valetadeira contínua (frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria, carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	591,20	875,07	1.169,29	1.463,67	2.916,21	5.832,43			
		. Reaterro das trincheiras	19,00	28,28	37,71	47,07	94,19	189,00			
		TOTAL GERAL	610,20	903,35	1.207,00	1.510,74	3.010,40	6.021,43			
Tubo-dreno agrícola PVC flexível, corrugado φ 80mm, envelopado com geotêxtil não-tecido	75	Mecanizado	Valetadeira contínua (frezadora)	. Escavação de trincheiras em material de 1a. categoria, carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	863,95	1.293,88	1.724,64	2.155,34	4.310,69	8.621,39	
				. Reaterro das trincheiras	18,57	27,83	36,82	46,00	88,00	184,88	
				TOTAL GERAL	882,52	1.321,71	1.761,46	2.201,34	4.398,69	8.806,27	
			Subsolador articulado (arranjo tração)	. Carga, transporte (DMT = 300m) e assentamento dos materiais de drenagem agrícola	826,10	1.238,22	1.650,89	2.048,39	4.125,53	8.251,17	
TOTAL GERAL	826,10	1.238,22		1.650,89	2.048,39	4.125,53	8.251,17				

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUPERFICIAL

MEIO TÉCNICO DE INSTALAÇÃO	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS
SISTEMA MECANIZADO	<ul style="list-style-type: none"> — RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico) - - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (Arranjo Mecânico)



CUSTOS DE INVESTIMENTO INICIAL ESTIMADOS (I,US\$/ha)		GRÁFICO Nº 01
DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)		
DATA: JUNHO DE 1982	VISTO: <i>[Signature]</i>	FOLHA Nº 84

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUBSUPERFICIAL

- MATERIAIS DE DRENAGEM:**
- ☐ MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXIL NÃO-TECIDO.
 - ⬡ TUBO -DRENO AGRÍCOLA TERMO CERÂMICO φ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXIL NÃO-TECIDO.
 - TUBO -DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO φ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXIL NÃO-TECIDO.
 - ⊙ TUBO -DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO φ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXIL NÃO-TECIDO.

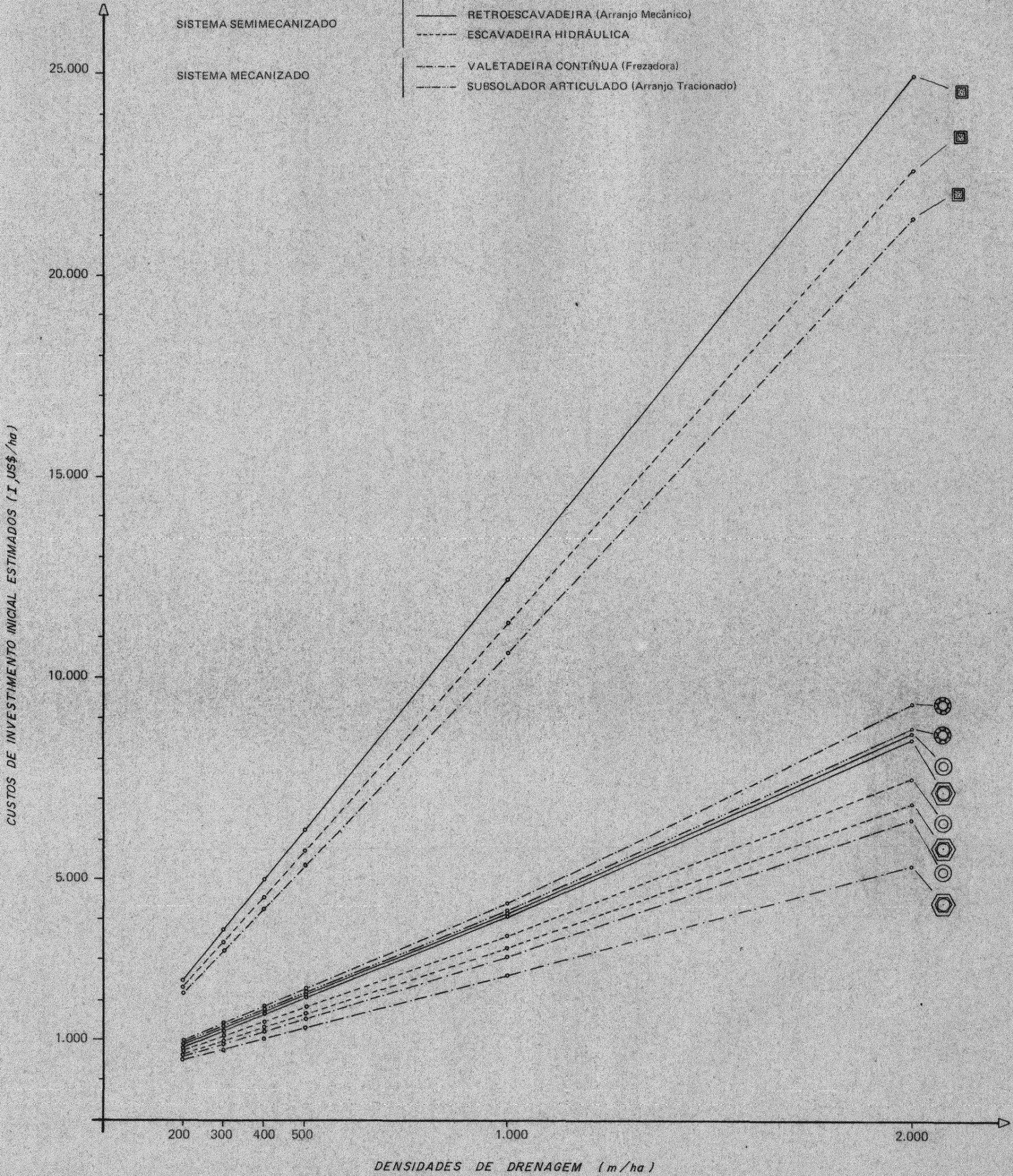
MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO

EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

SISTEMA SEMIMECANIZADO

SISTEMA MECANIZADO

- RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico)
- - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA
- · - VALETEIRA CONTÍNUA (Frezadora)
- · - SUBSOLADOR ARTICULADO (Arranjo Tracionado)



CUSTOS DE INVESTIMENTO INICIAL ESTIMADOS (I, US\$/ha)
 X
 DENSIDADES DE DRENAGEM
 (m/ha)

GRÁFICO Nº
 02

DATA: JUNHO DE 1982

VISTO: *[Signature]*

FOLHA Nº 85

4.1.2 Custos anuais de manejo (M)

Constam no quadro 19 as estimativas em apreço. Foram apropriadas com base nos percentuais fixados em 10% a.a. e 0,5% a.a. dos custos de investimento inicial das alternativas de drenagem pertinentes, respectivamente, ao sistema de drenagem agrícola superficial e subsuperficial. Dispensam-se considerações adicionais, uma vez que o comportamento dessas despesas é análogo aos custos de investimento inicial apurados.

4.1.3 Custos anuais dos investimentos (V_{AC})

Os montantes financeiros em questão envolvem os custos anuais dos investimentos de capital das alternativas de drenagem, apropriados supondo uma taxa de juros de 6% a.a., durante um período de duração comum às mesmas da ordem de 150 anos, e mais os custos anuais de manejo estimados para os casos específicos.

No quadro 19 estão lançadas estas estimativas e nos gráficos 03 e 04 estão suas representações, agrupadas segundo o sistema de drenagem agrícola a que pertencem.

A ordenação das alternativas técnicas de drenagem segundo seus custos anuais estimados, assume uma configuração consideravelmente distinta daquela obtida para os custos de investimento inicial. Inspeccionando-se os valores obtidos, o sistema de drenagem agrícola superficial somente constitui a opção economicamente mais atrativa se for executado com o emprego de valetadeira rotativa monodisco. Note-se, contudo, que sobre este sistema pesam severas restrições quando se requer densidades de drenagem elevadas. Neste caso, o emprego de tubos-dreno agrícolas termocerâmicos instalados com valetadeira contínua (Frezadora), despontam como a opção menos onerosa, particularmente dentro do sistema de drenagem agrícola subsuperficial. Conforme indicavam as expectativas, os drenos com material granular (Brita nº 3) constituem a alternativa anualmente mais onerosa do elenco analisado e, por conseguinte, é economicamente a menos atrativa. O empre-

go de tubos-dreno bobináveis resultam custos anuais superiores àqueles decorrentes da utilização de tubos-dreno PVC rígido, ainda que instalados com subsolador articulado (Arranjo Tracionado). Isto deve-se basicamente ao seu elevado custo de aquisição. É bastante provável que este material se torne economicamente mais competitivo que os tubos-dreno de PVC rígido ou mesmo os termocerâmicos, se for de procedência nacional. Observe-se, ainda, que as alternativas que empregam sistemas de instalação semimecanizados, particularmente a retroescavadeira (Arranjo Mecânico), conduzem a custos anuais consideravelmente superiores àqueles decorrentes da utilização de sistemas de instalação mecanizadas, para um mesmo tipo de dreno.

4.2 RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM) NECESSÁRIOS PARA VIABILIZAR ECONOMICAMENTE AS ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA PROPOSTAS

Nos quadros 21, 22 e 23 estão registrados os rendimentos adicionais mínimos anuais dos empreendimentos soja, milho e bovinocultura de corte, necessários para pagar os custos anuais dos investimentos em drenagem. Os gráficos numerados de 05 a 09 representam as estimativas para os casos específicos.

Naturalmente os valores apropriados dependem dos preços de mercado efetivamente pagos pelos produtos considerados. Desta forma, para uma determinada alternativa de drenagem, exige-se do empreendimento milho rendimentos adicionais mínimos superiores aos provenientes do empreendimento bovinocultura de corte.

As estimativas levantadas, com certas reservas, são comparadas a seguir com os rendimentos adicionais obtidos em ensaios conduzidos em Planossolos Hidromórficos do Estado. Desta forma, é possível se delinear as perspectivas de viabilização da drenagem agrícola no âmbito das proposições estabelecidas. Da literatura disponível extraiu-se as informações registradas no quadro 18.

Quadro 18. Rendimentos adicionais obtidos em ensaios de drenagem em Planossolos Hidromórficos rio-grandenses.

AUTOR(ES)	UNIDADE DE MAPEAMENTO	E N S A I O			RENDIMENTO ADICIONAL OBTIDO (kg/ha)
		Empreendimento	Especificações gerais	Espaçamento (m)/densidade de drenagem (m/ha)	
BERGAMASHI E BERLATO (1974)	Vacacaí	Soja	Solo drenado	—	823
GOULART (1975)	Pelotas	Milho	Tube-dreno termo-cerâmico	8/1250	2821
			Ø 75mm	12/833	2887
				16/625	2905
ROSSI (1979)	Vacacaí	Milho	Dreno	9/1110	3000
			super-	13/770	3040
			ficial	17/588	1960
				21/476	530
			25/400	620	
BELTRAME E TAYLOR (1979)	Vacacaí	Soja	Solo drenado	—	234

Tomando-se por exemplo os rendimentos adicionais obtidos por GOULART (1975) para o empreendimento milho. Ao se comparar os valores exigidos com os obtidos, verifica-se que a drenagem subsuperficial executada com tubos-dreno agrícola termocerâmicos, PVC rígido ou PVC flexível seria plenamente viável, quaisquer que sejam os meios técnicos de instalação empregados. As estimativas de rendimento adicional de milho exigidas para estas alternativas de drenagem revelam-se inferiores àquelas obtidas nos ensaios. Por outro lado, a drenagem subsuperficial empregando material granular drenante (Brita nº 3) é economicamente inviável, quaisquer que sejam os meios técnicos utilizados na sua instalação. Os rendimentos adicionais exigidos são superiores aos obtidos.

Para os resultados obtidos pro ROSSI (1979), valem as mesmas observações, desde que a densidade de drenagem não

seja inferior a 700 m/ha aproximadamente.

Para o empreendimento soja os rendimentos adicionais obtidos por BERGAMASHI E BERLATO (1974), viabilizam a drenagem subsuperficial com tubos-dreno agrícolas termocerâmicos até uma densidade de drenagem próxima de 1150 m/ha, se a mesma for instalada com valetadeira contínua (Frezadora); 860 m/ha se for executada com escavadeira hidráulica e 680 m/ha se executada com retroescavadeira (Arranjo Mecânico). É provável, contudo, que este empreendimento exija densidades de drenagem mínima da ordem de 1000 m/ha. Por conseguinte, somente poderia viabilizar a drenagem subsuperficial com tubos-dreno termocerâmicos instalados com valetadeira contínua (Frezadora).

Por outro lado, os acréscimos de produtividade obtidos por BELTRAME E TAYLOR (1979), tornam a drenagem subsuperficial economicamente inviável. Certamente também o seria a drenagem superficial, mesmo que executada com valetadeira rotativa monodisco, pois a densidade de drenagem resultaria excessivamente reduzida para permitir o desenvolvimento adequado da cultura.

Observe-se ainda que a drenagem superficial implica em perda de área útil. Isto constitui um custo que não é levado em consideração na análise. Por conseguinte, os rendimentos adicionais mínimos anuais exigidos para viabilizá-la deveriam ser mais elevados, ainda que limitado a densidade de drenagem máxima estipulada.

Finalmente, não foi possível conjecturar sobre a viabilidade das propostas técnicas de drenagem mediante a exploração do empreendimento bovinocultura de corte. No presente se desconhecem informações concretas que comprovem acréscimos de produção deste empreendimento via pastagens melhoradas em solo submetido às técnicas de drenagem agrícola.

Quadro 19

Custos anuais de manejo estimados (M,US\$/ha.ano) das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul.

DATA: JUNHO DE 1982.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (ANOS)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		CUSTOS ANUAIS DE MANEJO ESTIMADOS (M,US\$/ha.ano)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
					200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL	-	15	MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	28,08	41,91	56,16	70,20	-	-
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	46,31	67,19	90,18	114,22	-	-
				VALETEIRA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)	3,73	5,59	7,49	9,31	-	-
SUB-SUPERFICIAL	MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	11,35	17,00	26,66	56,70	56,70	113,43
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	12,48	18,73	24,97	31,71	62,46	124,92
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	10,70	16,04	21,39	26,74	53,44	107,06
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO ϕ 75 mm ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	50	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	3,26	4,78	6,49	8,12	16,25	32,53
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	4,00	6,00	8,00	10,00	20,02	40,07
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	2,51	3,75	5,00	6,25	12,52	25,05
	TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ϕ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	3,72	5,37	7,18	8,96	17,93	35,89
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	4,09	6,08	8,13	10,18	20,32	40,67
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	3,05	4,51	6,03	7,55	15,05	30,10
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO ϕ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	4,41	6,60	8,80	11,00	22,00	44,03
SUBSOLADOR ARTICULADO (ARRANJO MECÂNICO)				4,13	6,19	8,25	10,24	20,62	41,25	

Quadro 20

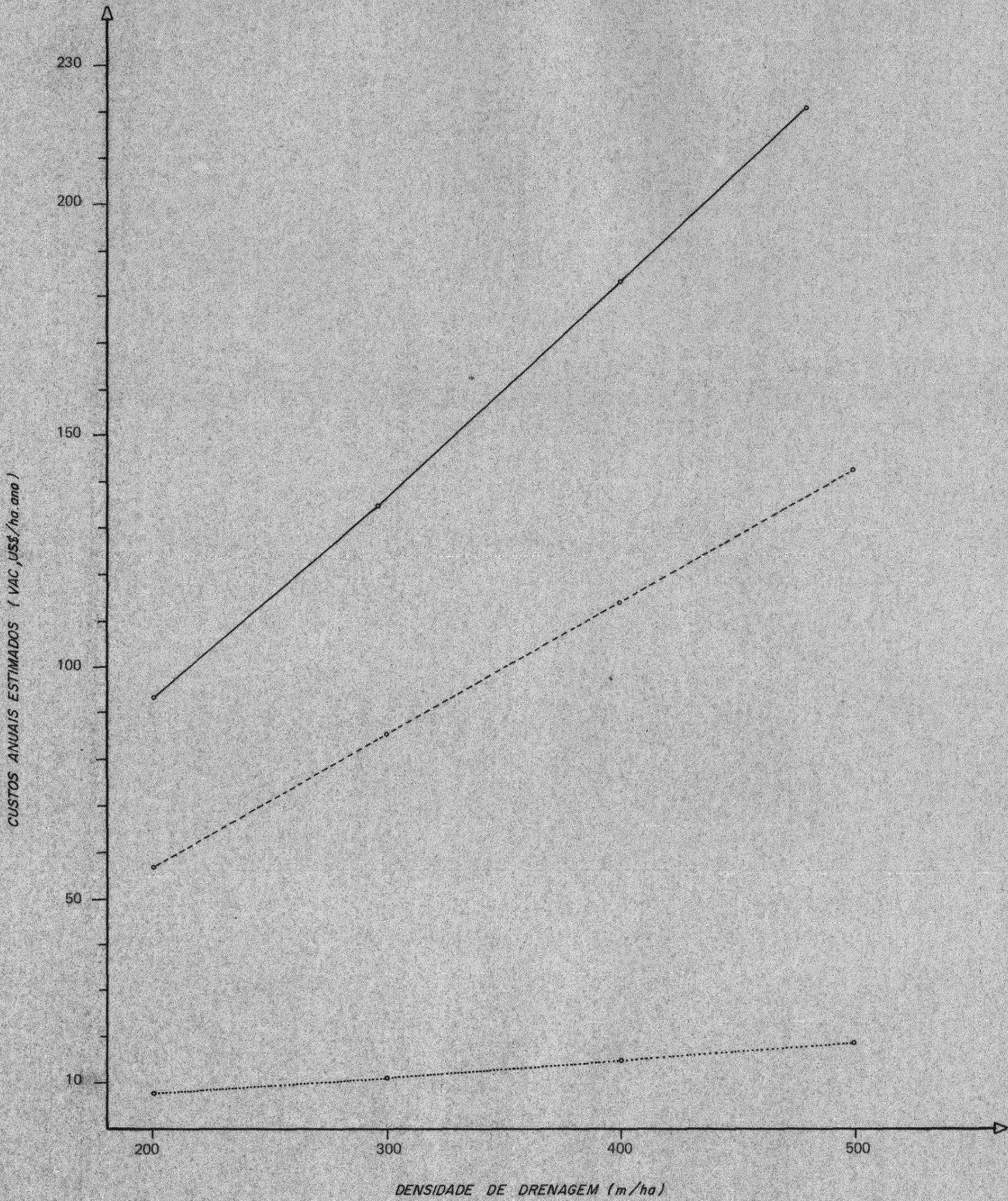
Custos anuais estimados (V_{AC} , US\$/ha.ano) das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul.

DATA: JUNHO DE 1982.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (ANOS)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC} , US\$/ha.ano)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
					200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL	-	15	MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	56,09	85,05	113,97	142,47	-	-
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	93,98	136,36	183,02	231,83	-	-
				VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)	7,58	11,35	15,21	18,95	-	-
SUB-SUPERFICIAL	MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	149,30	223,63	298,06	372,48	745,70	1491,89
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	164,21	246,33	328,42	410,46	821,54	1643,02
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	140,81	211,05	281,39	351,79	702,85	1408,06
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO ϕ 75 mm ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	50	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	44,71	65,47	88,94	111,18	222,43	445,31
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	54,79	81,99	109,57	136,95	274,01	549,01
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	34,39	51,44	68,51	85,63	171,42	342,87
	TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ϕ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	49,02	70,73	94,41	117,92	235,84	472,08
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	53,83	80,74	107,02	133,93	267,28	534,88
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	40,13	59,40	79,37	100,32	197,96	395,96
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO ϕ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	58,03	86,90	115,83	144,76	298,25	579,09
SUBSOLADOR ARTICULADO (ARRANJO MECÂNICO)				54,32	81,42	108,64	134,70	271,29	542,59	

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUPERFICIAL

MEIO TÉCNICO DE INSTALAÇÃO	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS
SISTEMA MECANIZADO	<ul style="list-style-type: none"> — RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico) - - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (Arranjo Mecânico)



<p>CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC}, US\$/ha.ano) X DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)</p>			<p>GRÁFICO Nº 03</p>
<p>DATA: JUNHO DE 1982</p>	<p>VISTO: <i>[Signature]</i></p>	<p>FOLHA Nº 92</p>	

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUBSUPERFICIAL

MATERIAIS DE DRENAGEM

- MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO TECIDO
- TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMOCERÂMICO ϕ 75 mm. ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO TECIDO
- TUBO-DRENO PVC RÍGIDO, CORRUGADO ϕ 75 mm. ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO
- TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO, ϕ 80 mm. ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO

MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO

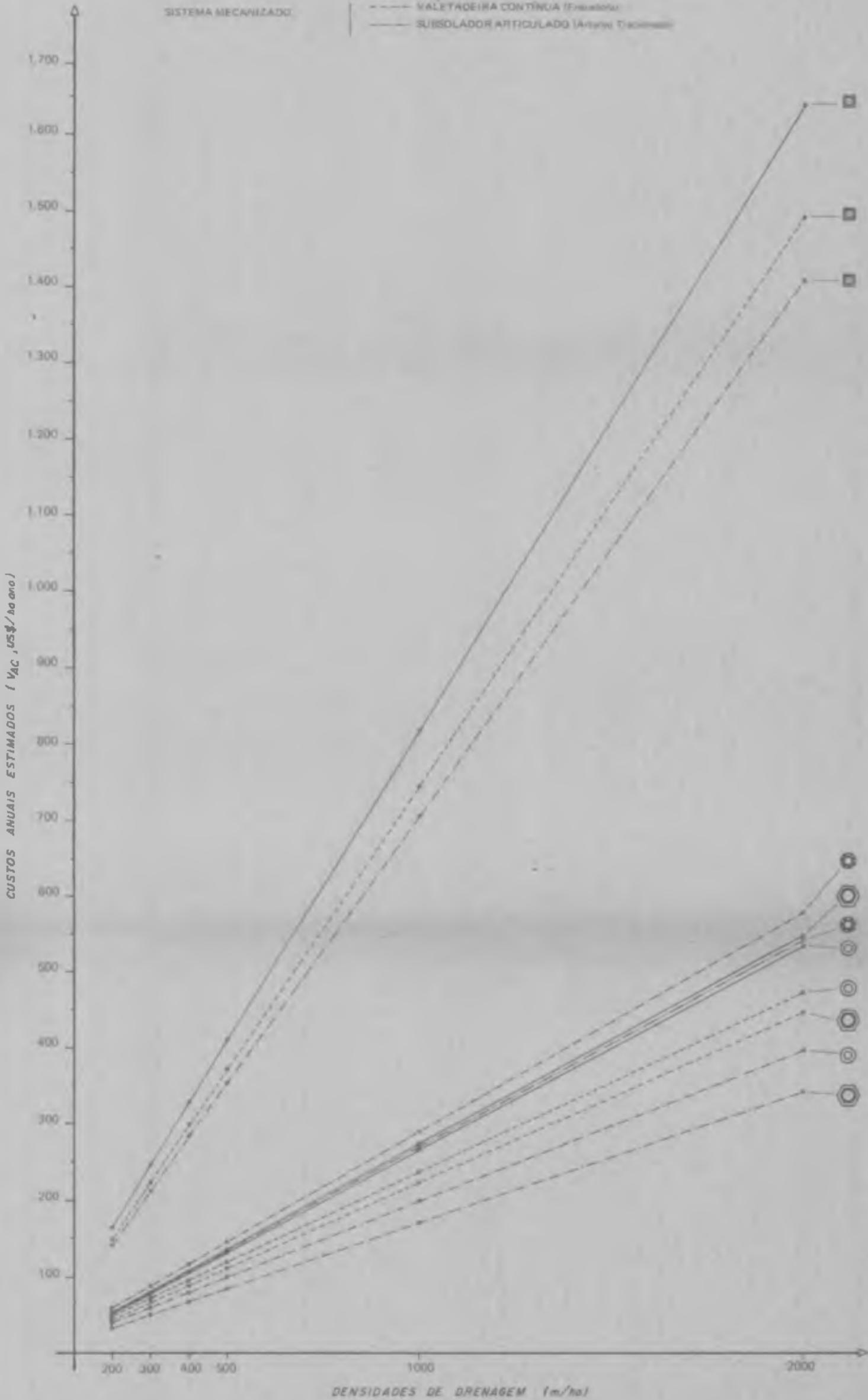
EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

SISTEMA SEMIMECANIZADO

- RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico)
- - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA

SISTEMA MECANIZADO

- - - VALETAGEIRA CONTÍNUA (Excavador)
- SUBSOLADOR ARTICULADO (Arranjo Tratorista)



Quadro 21 Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) do produto soja

DATA: JUNHO DE 1982.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (ANOS)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		REND. ADIC. MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (R_{AM} , kg/ha.ano)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
					200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL	-	15	MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	244	370	495	620	-	-
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	408	593	795	1008	-	-
				VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)	32	49	66	82	-	-
SUB-SUPERFICIAL	MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	650	972	1296	1620	3242	6487
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	714	1071	1428	1784	3572	7143
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	612	917	1223	1530	3056	6122
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO ϕ 75 mm ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	50	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	194	284	387	483	967	1936
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	238	356	476	595	1191	2387
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	150	223	298	372	745	1491
	TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ϕ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	213	307	410	512	1025	2052
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	234	351	465	582	1162	2326
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	174	258	345	435	860	1721
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO ϕ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	252	378	503	630	1257	2517
				SUBSOLADOR ARTICULADO (ARRANJO MECÂNICO)	236	354	472	585	1180	2360

Quadro 22 Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) do produto milho

DATA: JUNHO DE 1982.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (ANOS)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		RENDIM. ADIC. MÍN. ANUAIS ESTIM. (R_{AM} , kg/ha.ano)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
					200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL	-	15	MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	467	709	950	1187	-	-
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	783	1136	1525	1932	-	-
				VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)	63	95	127	158	-	-
SUB-SUPERFICIAL	MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	1244	1864	2484	3104	6214	12432
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	1368	2053	2737	3420	6846	13692
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	1173	1758	2345	2931	5857	11734
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO ϕ 75 mm ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	50	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	373	546	741	926	1854	3711
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	457	683	913	1141	2283	4575
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	287	429	571	714	1418	2857
	TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ϕ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	408	589	787	983	1965	3984
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	449	673	892	1116	2227	4457
			MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	334	495	661	836	1650	3300
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO ϕ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	MECANIZADO	VALETADEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	484	724	965	1206	2410	4826
				SUBSOLADOR ARTICULADO (ARRANJO MECÂNICO)	453	678	905	1122	2261	4522

Quadro 23 Rendimentos adicionais mínimos anuais estimados (R_{AM} , kg/ha.ano) do produto carne

DATA: JUNHO DE 1982.

SISTEMAS DE DRENAGEM AGRÍCOLA	MATERIAIS DE DRENAGEM	VIDA ÚTIL TÉCNICA ESTIMADA (ANOS)	MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO		REND. ADIC. MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (R_{AM} , kg/ha.ano)					
			SISTEMAS	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS	DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)					
					200	300	400	500	1.000	2.000
SUPERFICIAL	-	15	MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	119	181	242	303	-	-
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	200	290	389	493	-	-
				VALETEIRA ROTATIVA MONODISCO (ARRANJO MECÂNICO)	16	24	32	40	-	-
SUB-SUPERFICIAL	MATERIAL GRANULAR DRENANTE (BRITA Nº 3) ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	318	50	634	792	1587	3174
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	350	524	700	873	1748	3496
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	300	450	600	748	1495	2996
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA TERMO-CERÂMICO ϕ 75 mm ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	50	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	95	139	190	236	473	947
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	116	174	233	290	583	1168
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	73	109	146	182	365	729
	TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ϕ 75mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	SEMI-MECANIZADO	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	104	150	201	251	502	1004
				RETROESCAVADEIRA (ARRANJO MECÂNICO)	114	171	228	285	570	1138
			MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	85	126	170	213	421	842
	TUBO-DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL CORRUGADO ϕ 80mm, ENVELOPADO COM GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO	75	MECANIZADO	VALETEIRA CONTÍNUA (FREZADORA)	123	185	246	308	615	1232
SUBSOLADOR ARTICULADO (ARRANJO MECÂNICO)				116	173	231	287	577	1154	

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA SUPERFICIAL

MEIO TÉCNICO DE INSTALAÇÃO

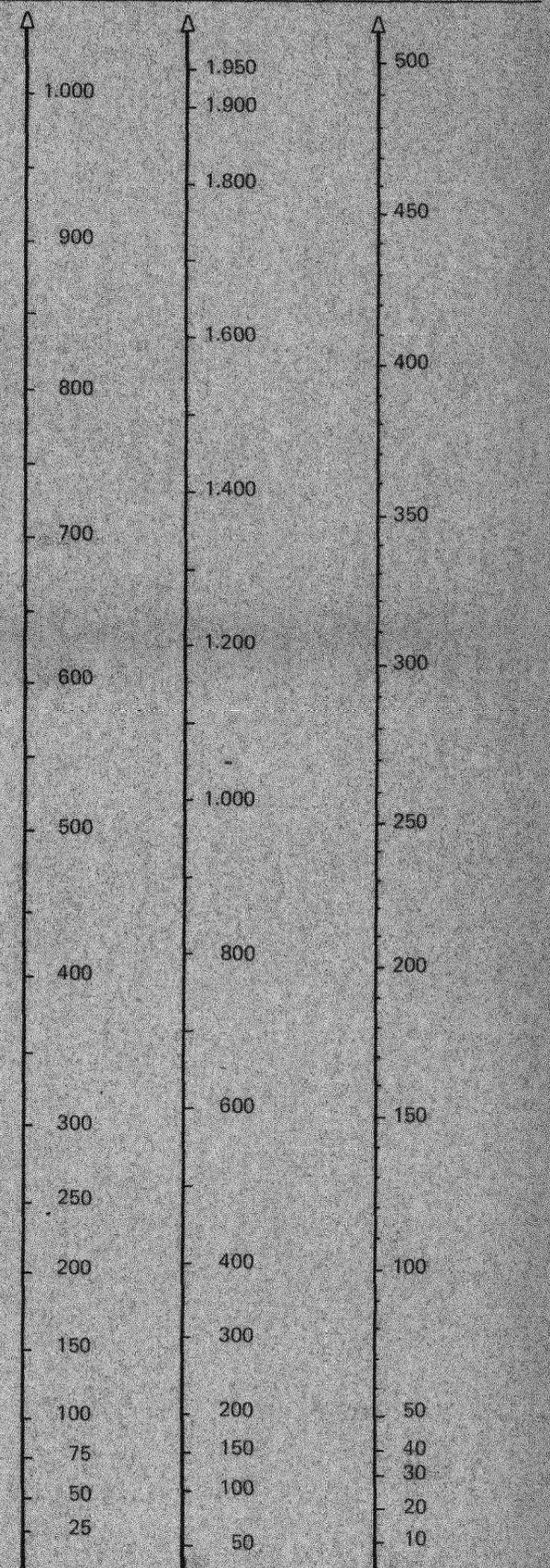
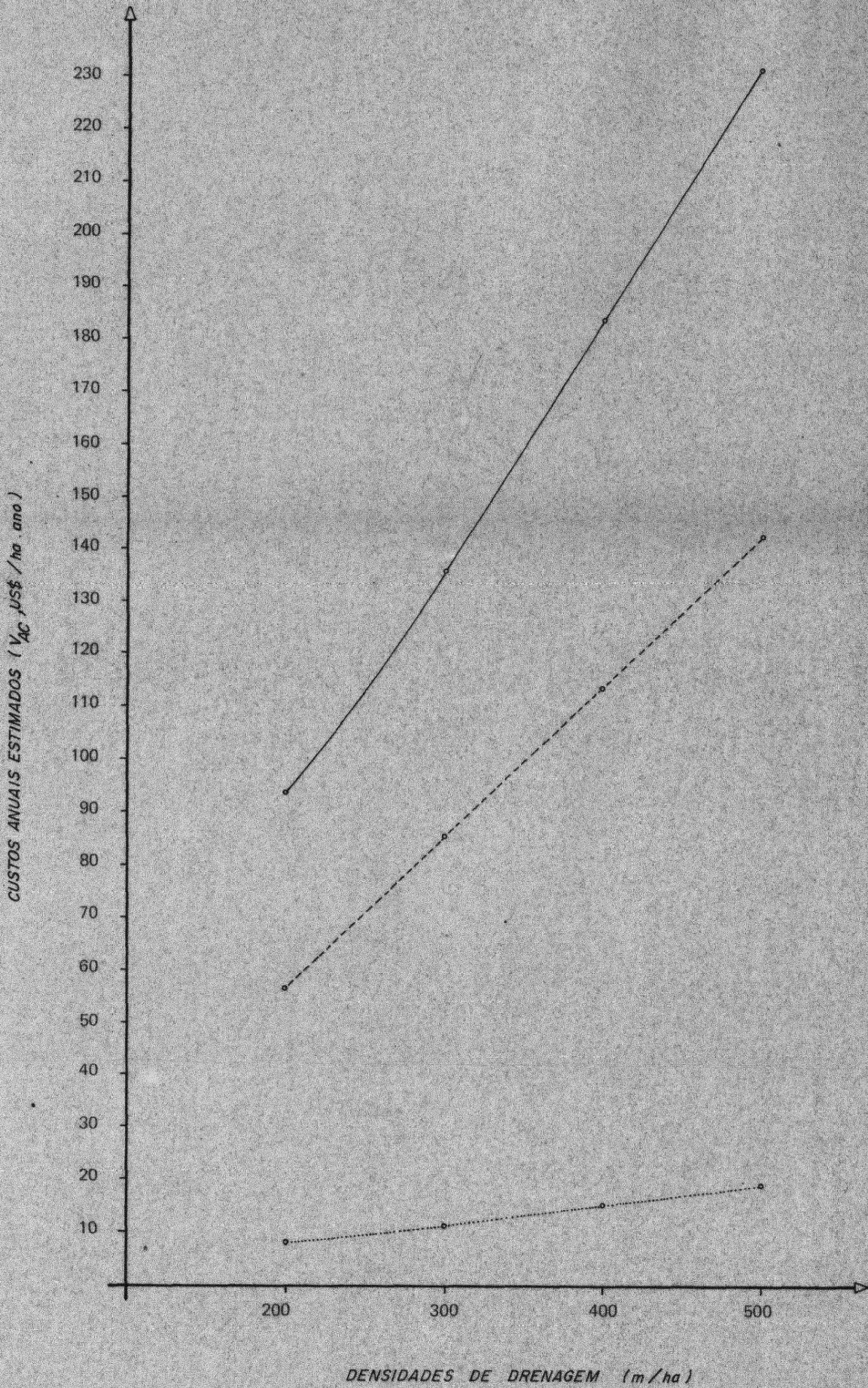
EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

SISTEMA MECANIZADO

- RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico)
- - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA
- VALETADEIRA ROTATIVA MONODISCO (Arranjo Mecânico)

RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS (RAM, Kg/ha. ano)

PRODUTOS		
SOJA	MILHO	CARNE



<p>CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC}, US\$/ha.ano)</p> <p>X</p> <p>DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)</p> <p>RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, kg/ha. ano)</p>		<p>GRÁFICO Nº</p> <p>05</p>
<p>DATA: JUNHO DE 1982</p>	<p>VISTO: <i>[Signature]</i></p>	<p>FOLHA Nº 97</p>

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUBSUPERFICIAL

MATERIAIS DE DRENAGEM: MATERIAL GRANULAR
DRENANTE (BRITA Nº 3)
ENVELOPADO COM GEOTÊXIL NÃO-TECIDO.

MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO

EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

SISTEMA SEMIMECANIZADO

— RETROESCAVADEIRA (Aço e Mecânica)

- - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA

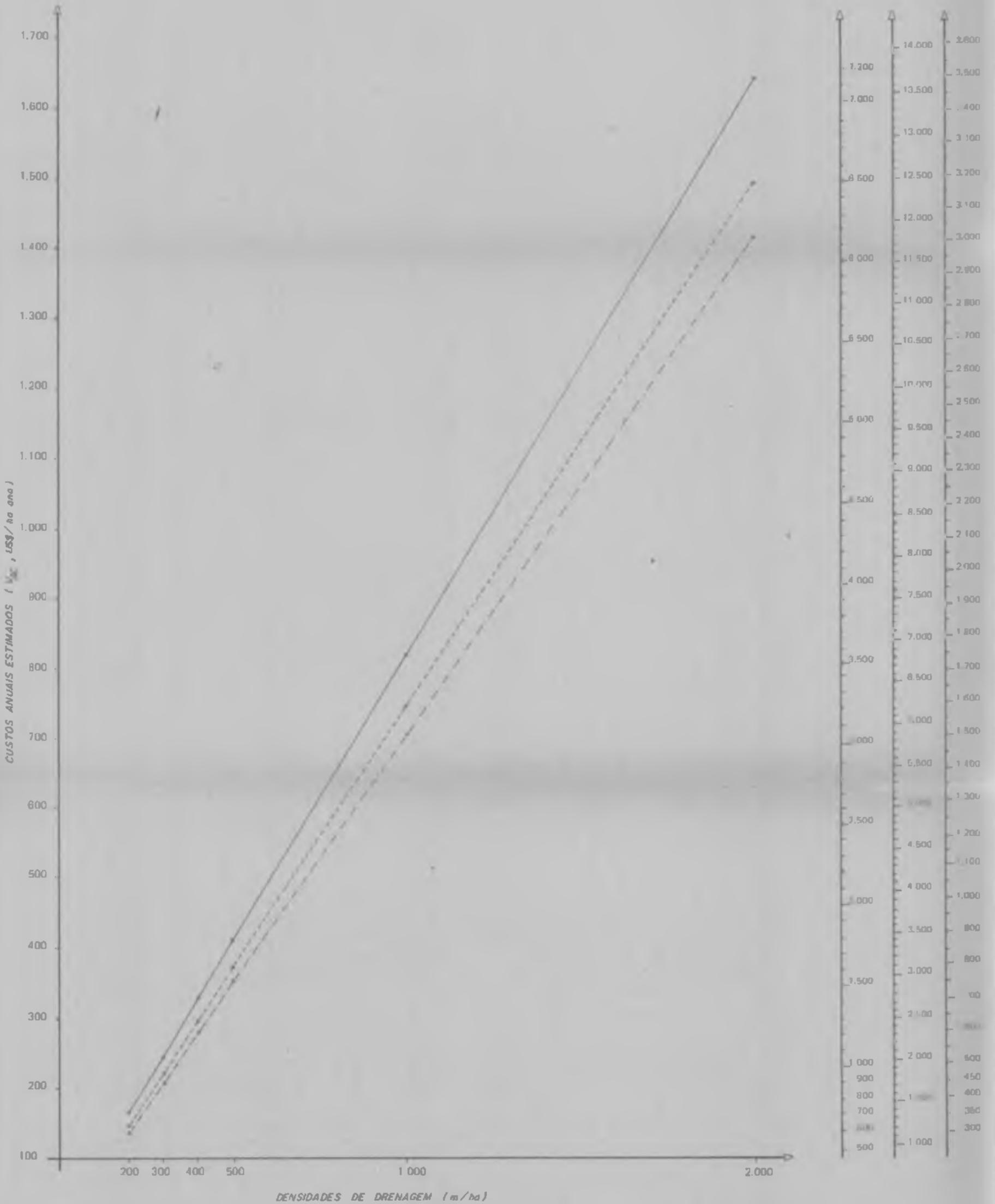
SISTEMA MECANIZADO

- - - VALETEIRA CONTÍNUA (Frezadora)

RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, Kg/ha.ano)

PRODUTOS

SOJA	MILHO	CARNE
------	-------	-------



CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC} , US\$/ha.ano)		GRÁFICO Nº
DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)		
RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, kg/ha.ano)		
DATA JUNHO DE 1982	VISTO.	06
PD. HA Nº 98		

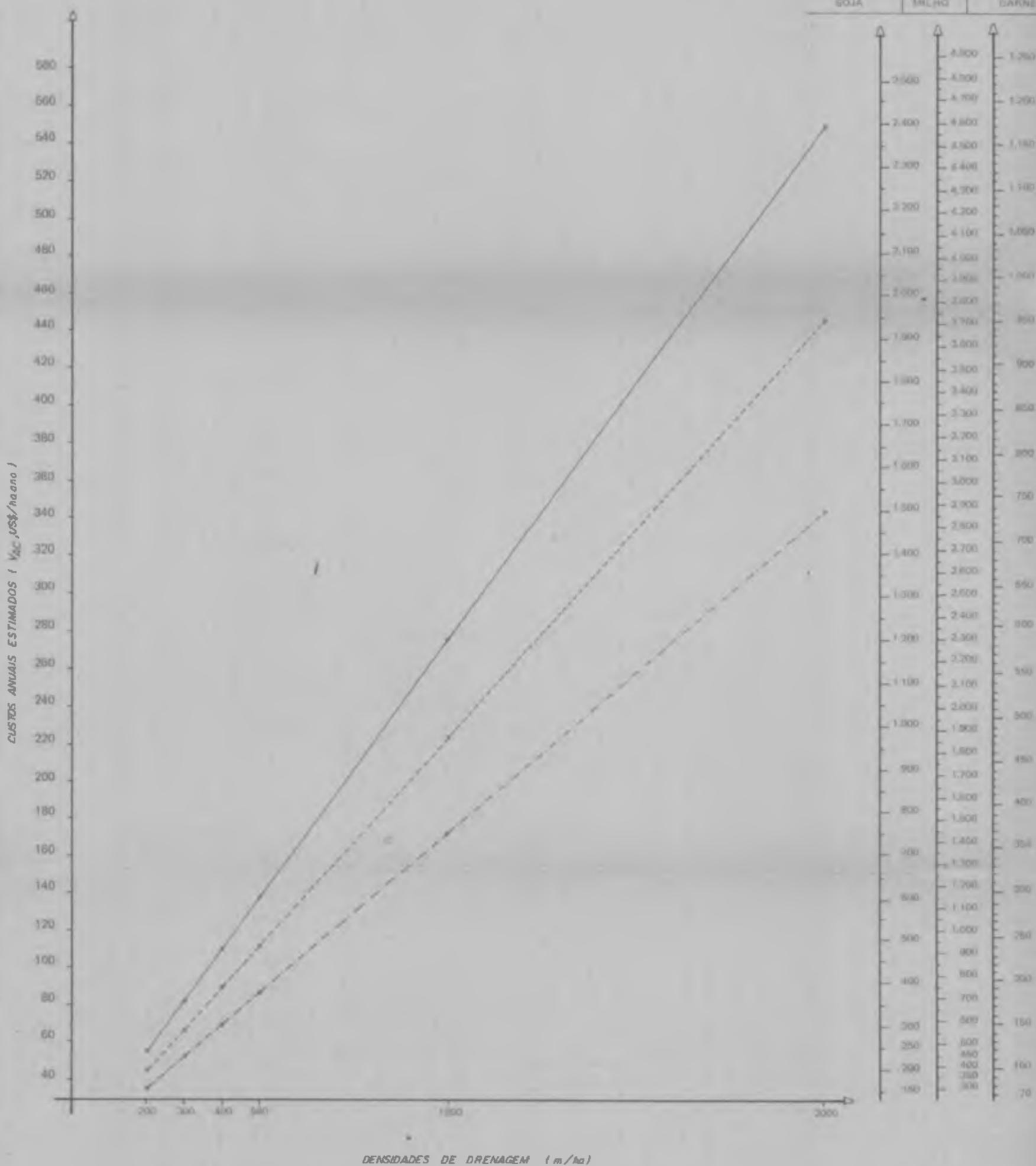
SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUBSUPERFICIAL

MATERIAIS DE DRENAGEM: TUBO-DRENO AGRÍCOLA
 TERMO-CERÂMICO Ø 75 mm, ENVÉLPADO C/GEOTÉXTIL
 NÃO-TECIDO

MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS
SISTEMA SEMIMECANIZADO	— RETROESCAVADEIRA (Arrasto Mecânico)
	- - - ESCAVADEIRA HIDRÁULICA
SISTEMA MECANIZADO	- - - VALETADEIRA COM (MVA) (Frezadora)

RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, Kg/ha. ano)

PRODUTOS		
SOJA	MILHO	CARNE



CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC}, US\$/ha.ano)
 X
 DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)
 RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, kg/ha.ano)

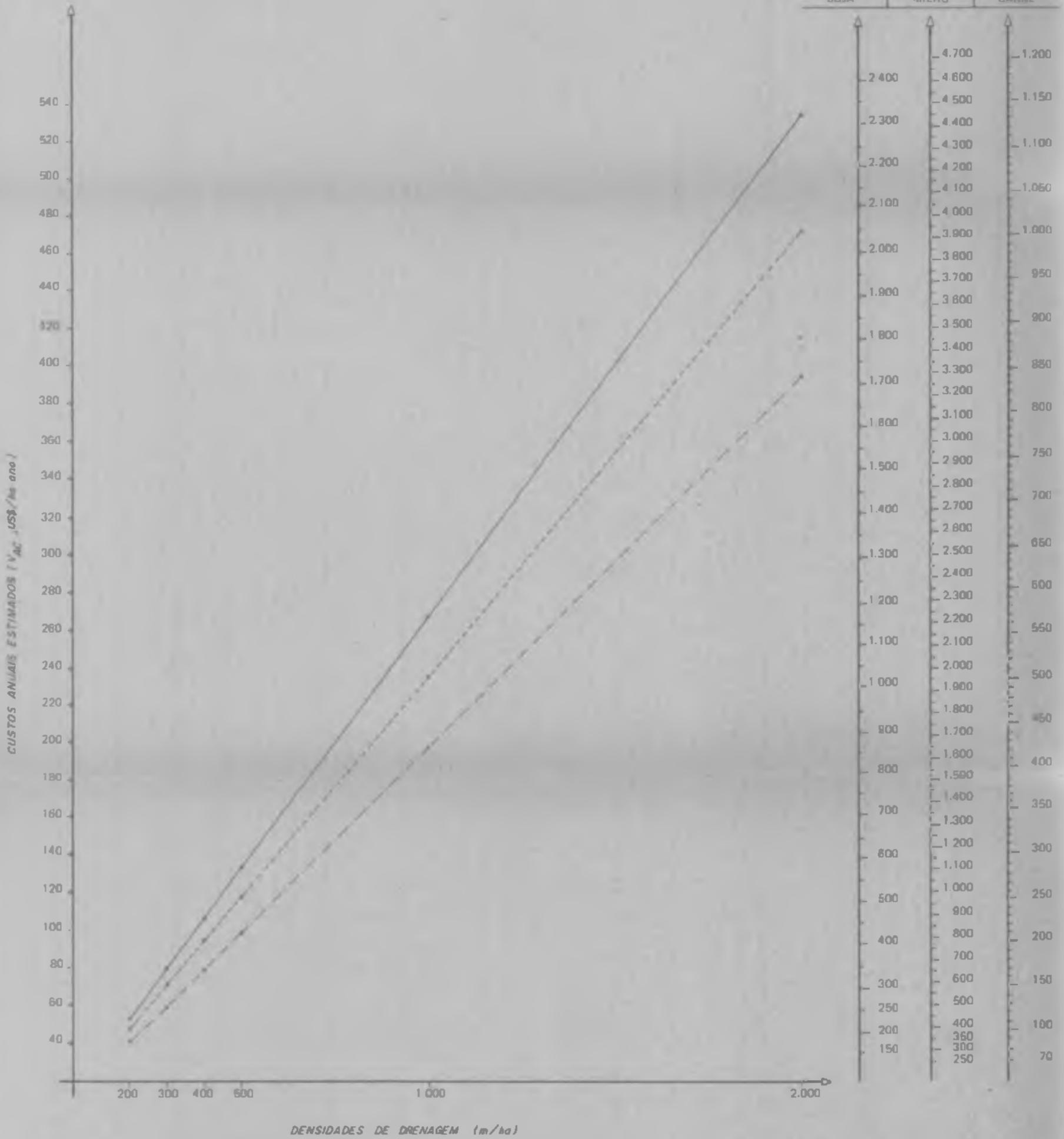
DATA JUNHO DE 1983 VISTO FOLHA Nº 99 GRÁFICO Nº 07

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA. SUBSUPERFICIAL

MATERIAIS DE DRENAGEM: TUBO-DRENO PVC RÍGIDO CORRUGADO ENVOLVADO COM GEOTEXTIL NÃO TECIDO.

MEIOS TÉCNICOS DE INSTALAÇÃO	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS
SISTEMA SEMIMECANIZADO	— RETROESCAVADEIRA (Arranjo Mecânico)
	--- ESCAVADEIRA HIDRÁULICA
SISTEMA MECANIZADO	--- VALETADEIRA CONTÍNUA (Frigidora)

RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, Kg/ha. ano)		
PRODUTOS		
SOJA	MILHO	CARNE



CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC} ,US\$/ ha. ano)
 X
 DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha)
 RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS
 (R_{AM} ,Kg/ha. ano)

GRÁFICO Nº 08

DATA JUNHO DE 1982 VISTO FOLHA Nº 100

SISTEMA DE DRENAGEM AGRÍCOLA: SUBSUPERFICIAL
 MATERIAIS DE DRENAGEM: TUBO - DRENO AGRÍCOLA PVC FLEXÍVEL
 CORRUGADO, 60 mm, ENVELOPADO,
 C/GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO

MEIO TÉCNICO DE INSTALAÇÃO	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS
SISTEMA MECANIZADO	--- VALETADEIRA CONTÍNUA (Frezadora) --- SUBSOLADOR ARTICULADO (Arranjo Tractionado)

RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, Kg/ha. ano)

PRODUTOS		
SOJA	MILHO	CARNE



CUSTOS ANUAIS ESTIMADOS (V_{AC}, US\$ /ha.ano) X DENSIDADES DE DRENAGEM (m/ha) RENDIMENTOS ADICIONAIS MÍNIMOS ANUAIS ESTIMADOS (RAM, kg/ha.ano)		GRÁFICO Nº 09
DATA JUNHO DE 1982	VISTO	FOLHA Nº 101

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho de pesquisa, baseado nas especificações técnicas gerais das alternativas de drenagem agrícola propostas para os Planossolos Hidromórficos do Estado do Rio Grande do Sul e nas condições estabelecidas no âmbito econômico para sua análise de custos, obteve as conclusões e recomendações a seguir descritas.

A. Sobre os custos estimados das alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas:

1. Quaisquer que sejam as alternativas técnicas de drenagem agrícola propostas, seus dispêndios anuais dependerão da densidade de drenagem preconizada e da vida útil do componente principal empregado.
2. O sistema de drenagem agrícola superficial somente constitui a opção economicamente menos dispendiosa, quando executado com valetadeira rotativa monodisco (Arranjo Mecânico); fica, contudo, implícito as limitações físicas impostas pela densidade de drenagem.
3. Das alternativas técnicas de drenagem agrícola subsuperficiais, o emprego de tubos-dreno agrícolas termocerâmicos, instalados por meio técnico mecanizado com valetadeira contínua (Frezadora), constitui a opção anualmente menos dispendiosa.
4. O emprego de material granular drenante (Brita nº 3), independente do meio técnico adotado na sua instalação, evidencia-se como a opção anualmente mais onerosa das alternativas de drenagem propostas.
5. Quaisquer que sejam os materiais de drenagem considerados, o emprego de meios técnicos de instalação mecanizados conduzem a custos significativamente inferiores aos semimecanizados; nestes a escavadeira hidráulica revela-se economicamente mais conveniente que a retroescavadeira (Arranjo Mecânico).

B. Sobre os rendimentos adicionais mínimos anuais necessários para viabilizar as alternativas técnicas de drenagem propostas:

6. Os rendimentos adicionais mínimos exigidos de um empre-

- endimento agrícola para viabilizar uma determinada opção técnica de drenagem, dependerá da cotação do seu produto no mercado.
7. Em decorrência, quaisquer das alternativas de drenagem propostas tornar-se-ão economicamente mais atrativas quando os empreendimentos agrícolas selecionados para sua viabilização resultarem em acréscimos de produção e/ou produtos de cotações elevadas.
 8. O empreendimento milho, embora possuindo baixa cotação de preço no mercado, desponta mais promissora que a soja para a viabilização das opções de drenagem propostas, face ao seu elevado acréscimo de produtividade sob condições de solo drenado.
 9. Do empreendimento bovinocultura de corte se requer rendimentos adicionais mínimos inferiores aos demais empreendimentos, face a elevada cotação do seu produto no mercado; contudo, não se pode estabelecer conclusões comparativas, dado a ausência de informações concretas sobre os seus acréscimos de produtividade sob condições de solo drenado.
- C. No que concerne a concepção técnica das alternativas de drenagem agrícola propostas, recomenda-se:
10. Que sejam aprimorados os estudos a respeito da drenagem subsuperficial empregando tubos-dreno agrícolas termocerâmicos e de PVC flexível corrugados e envelopados com geotêxtil não-tecido.
 11. Que sejam procedidos estudos adicionais sobre os sistemas de instalação mecanizados por subsolação e valetamento contínuo.
 12. Que sejam procedidos estudos de viabilidade das alternativas técnicas de drenagem propostas baseadas nas normas de crédito para investimentos especificados no Programa Nacional de Aproveitamento Nacional de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS.
 13. Finalmente, recomenda-se também que sejam intensificados os ensaios de drenagem visando obter informações seguras

sobre acréscimos de produtividade de empreendimentos agrícolas apropriados para a região, bem como as densidades de drenagem compatíveis para os casos específicos.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- BELTRAME, L.F.S. & CAUDURO, F.A. Plano lazer rotativo: uma nova técnica a serviço da agricultura. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 35(333) : 32-37, jan./fev.1982.
- BELTRAME, L.F.S. & TAYLOR, J.C. Soja: uma opção para aumentar a rentabilidade das várzeas arrozadeiras. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 32(316) : 22-26, set./out.1979.
- BERGAMASHI, H & BERLATO, M.A. Efeitos de tratamento de drenagem na produção de duas cultivares de soja em terras de arroz. Agronomia Sulriograndense. Porto Alegre, 10(1) : 73-85, 1974.
- BIBLIB, H. Experiense with drainage materials and review of available specifications. In: FOOD AND AGRICULTURAE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Drainage materials. Roma, 1972. chap. 4, p.41-8.
- BRASIL. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Boletim técnico nº 30. Recife. Ministério da Agricultura - Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973.
- CARVALHO FILHO, A. Custos de instalação de tubulações enteradas. Trabalho apresentado no 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, 1981. 42p. Mimeografado.
- CAVELAARS, J.C. Subsurface field drainage systems. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT Drainage principles and applications. Wageningen, 1974. chap. 27, p.68-221.
- CHILDS, E.C. Land drainage: an exercise in physics. Out look on Agriculture. London, 6(4), 1970. n.p.
- COVOLO, L. et alii. Competição de herbicidas na cultura de soja em várzeas orizícolas. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, 31(305) : 41-8, mar./abr., 1978.
- DECKX, R. & DIERICKX, W. Survey of experiense with drainage

- materials and review of available specifications. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Drainage Materials. Roma, 1972, chap.2, p.27-40.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de Composição de custos rodoviários. Rio de Janeiro. Ministério dos Transportes - DNER, 1972. v.1, 106p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Primeira consolidação dos estudos de atualização e Complementação do manual de composição de custos rodoviários. Rio de Janeiro. Ministério dos Transportes - DNER, Diretoria de Obras, 1979. v.1, 420p.
- DIELEMAN, P.J. Deriving soil hydrological constants from field drainage tests. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. Drainage principles and applications. Wageningen, 1974. v.3, chap.26, p.329-50.
- DIERICKX, N. & LEYMAN, N. Survey of drainage techniques in Belgium. In: FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION FOR UNITED NATIONS. Drainage machinery. Roma, 1973, chap.2, p.17-38.
- DONNAN, W.W. & SCHWAB, G.O. Current drainage methods in the USA. In: SCHILFGAARDE, J.van. Drainage for agriculture. Madison, Wisc. American Society of Agronomy, 1974. sec.2. p.7-37.
- DRUIJFF, A.H. Chemical control of aquatic weeds. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATIONS AND IMPROVEMENT. Drainage principles and applications. Wageningen, 1974. v.4, chap.30, p.224-35.
- DUNGLAS, J. Economics of the use of underdrainage machinery in France. In: FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION FOR UNITED NATIONS. Drainage machinery. Roma, 1973. chap.III, p.39-62.
- EMATER/RS. Preços pagos e recebidos pelos agricultores do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, jun.1982. 4p.
- ELEMA, H.M. Mechanical maintenance of ditches. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND

- IMPROVEMENT. Drainage principles and applications. Wageningen, 1974. v.4, chap.31, p.238-59.
- FARO, C. de. Engenharia econômica - elementos. Rio de Janeiro, APEC Editora, 1969. 338p.
- FOUSS, J.L. Drain tube materials and instalation. In. SCHILFGAARDE, J.van. Drainage for agriculture. Madison, Wisc. American Society of Agronomy, 1974. sec.4, p.147-77.
- FREITAS, P.L. Ensaio de drenagem em planossolos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1978. 131p. Dissertação, Mestrado em Hidrologia Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GOULART, J.P. Ensaio de drenagem subterrânea em solo da planície arrozeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1975. 83p. Dissertação, Mestrado em Hidrologia Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HEYN JÚNIOR, C. Iniciação à engenharia econômica. 1.ed. São Paulo, Atlas, 1975. 94p.
- INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ. Anuário Estatístico do Arroz. Nº 32. Porto Alegre, 1978. 128p.
- MANSON, P.W. Drenes de tubos de duração prolongada. In: LUTHIN, J.N. Drenaje de tierras agrícolas. 1.ed. México, D.F., Limusa-Wiley, 1967. Cap.3. p.348-75.
- MARIM, N.C. Análise de alternativas de investimento. 1.ed. São Paulo, Atlas, 1978. 144p.
- MARQUES SILVA, L. Envelopamento de tubos-dreno com mantas não-tecidas. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1983. 118p.
- MAYER, R.R. Análise financeira de alternativas de investimento. 1.ed. São Paulo, Atlas, 1977, 108p.
- MILLAR, A.A. Drenagem de terras agrícolas. Bases agrônomicas. 1.ed. São Paulo, McGraw-Hill, 1978. 271p.
- NAARDING, N.H. Developments in land drainage. Utrecht, Government Service for Land and Water Use, abr./mai.1977. Reprint of "Cultuurtechnisch Tijdschrift", p.233-241.

- NEVES, C. das. Análise de investimentos (Projetos industriais e Engenharia econômica). 1.ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1981. 223p.
- PIZZARO, F. Drenaje agrícola e recuperacion de suelos salinos. 1.ed. Fortaleza, Ministério do Interior - SUDENE/DNOCS. 1976, 466p.
- PUCCINI, A. et alii. Engenharia Econômica. 11.ed. São Paulo, Difel, 1979. 100p.
- RAMOS, P.D.C. et alii. Melhoria da produtividade das várzeas arrozeiras do Rio Grande do Sul. In: INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS - UFRGS. Pesquisas aplicadas sobre o uso e conservação dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1980.
- RAADSMA, S. Current draining practices in flat areas of humid regions in Europe. In: SCHILFGAARDE, J.van. Drainage for agriculture. Madison, Wisc. American Society of Agronomy, 1974. sec.
- REEVE, R.C. Trenchless drainage. St. Joseph, Mich. American Society of Agricultural Engineers, 1978. ASAE TECHNICAL PAPER Nº. 78-2042. 19p.
- RHODIA S/A. Catálogo geral de aplicações. 1.ed. São Paulo. Rhodia S/A - Gerência de Mercados Industriais. 1980. Publicação Técnica nº 2. 54p.
- RHIGES, A.A. Efeitos da irrigação e drenagem em três épocas de semeadura na cultura de milho em resteva de arroz. Porto Alegre, 1971. 140p. Dissertação, Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ROSSI, G. Desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea do milho sob diferentes níveis de drenagem e dois sistemas de preparação do solo. Porto Alegre, 1979. 67p. Dissertação, Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SOMEREN, C.L. van. Drainage Materials. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Drainage materials. Roma, 1972. Chap. 1 p. 1-26.

- SOMEREN, C.L.van. Technique and costs of underdrainage. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Drainage machinery. Roma, 1973. Chap.1 p. 1-15.
- SOMEREN, C.L.van. & ZEIJTS, T.E.J.van. Techniques and costs of underdrainage in the Netherlands. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Drainage machinery. Roma, 1973. Chap.5. p.71-103.
- TEACH, T.L. Automatic laser grade controls. In: SAE. Earchmoving Industry Conference. Peoria, Ill., 1972.
- TRAFFORD, B.D. The evidence in literature for increase yield due to field drainage. Field Drainage Experimental Unit. Cambridge, Agricultural Development and Advisory Service - Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1972. Technical Bulletin n° 72/5. 9p.
- VAN'T WOUTD, B.D. & HAGAN, R.M. Respuestas de los cultivos a niveles excessivamente elevados de humedad del suelos. In: LUTHIN, J.N. Drenage de tierras agricolas. 1.ed. México, D.F., Limusa - Wiley. 1967. C.5. p.571-645.
- WILLIANSON, R.E. & KRIZ, G.J. Response of agricultural crops to flooding, dept of water table and soil gaseous compositions. Transactions of the ASAE. 12(2): 216-20. 1970.