

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE FORMATURA

MISTURADORES VERTICAIS
DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL PARA AVALIAÇÃO DA
TRANSFERÊNCIA DE POTÊNCIA

new 215

AUTOR: JOSÉ MINIOLI SOBRINHO
ORIENTADOR:
PROF. ENG. SÉRGIO ROBERTO CECCATO.

1980

Agradecimentos

I.

PREFÁCIO

Este trabalho faz parte da disciplina de graduação PMC 500 - Trabalho de Formatura, do curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Foi desenvolvido baseado nas atividades do autor como estagiário da empresa FMC do Brasil S/A Ind. e Com. - Divisão Filsan Equipamentos para Saneamento durante o ano de 1980.

Queremos agradecer à FMC-Filsan pela oportunidade oferecida e aos engenheiros Sérgio Roberto Ceccato, orientador deste trabalho e Dario Gramorelli por intercederem sempre de forma a nos facilitar as atividades desenvolvidas.

Agradecemos também à Srta. Ivan Rocha da Silva pela rapidez e dedicação com que datilografou este trabalho.

ÍNDICE

Pág.

1. INTRODUÇÃO	1
2. ARRANJO EXPERIMENTAL	2
3. PROCESSO DE MEDIÇÃO DA POTÊNCIA INTRODUZIDA.....	4
3.1 - Método Mecânico (Dinamômetro).....	4
3.2 - Instrumentos de Medição	4
3.3 - Fórmulas Empregadas	5
4. ANÁLISE DO EXPERIMENTO	7
4.1 - Introdução	7
4.2 - Influência da Inclinação das Pás do Rotor na Potência Introduzida	9
4.3 - Influência do Comprimento do Eixo na Potên- cia Introduzida	12
4.4 - Influência do Diâmetro do Rotor na Potência Introduzida	12
4.5 - Influência do Sentido de Rotação na Potên- cia Introduzida	13
4.6 - Influência da Posição Horizontal do Mistura- dor na Potência Introduzida	19
5. ANALOGIA ENTRE O EXPERIMENTO E A ANÁLISE DIMENSIO- NAL	21
6. CONCLUSÃO	27
7. TABELAS E GRÁFICOS	29
8. DESENHOS E FOTOS DO ARRANJO EXPERIMENTAL	30
BIBLIOGRAFIA	33

16878891

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo verificar, através de testes, quais os parâmetros que influem na determinação da potência introduzida num dado volume de água pelo equipamento denominado Misturador Vertical Rápido.

Este equipamento se presta para acelerar o processo de dissolução e de preparação ou manutenção de soluções de diversos reagentes, tais como sulfato de alumínio, cal hidratada, etc.

Em linhas gerais esse equipamento é constituído por um motor que transmite através de um eixo e um rotor, uma certa potência a um líquido contido em uma câmara apropriada. Tanto o tanque que contém o líquido como o rotor podem ter as mais variadas formas construtivas. O conjunto utilizado para o desenvolvimento do presente trabalho será detalhadamente descrito em capítulo posterior.

Este conjunto de testes se justifica na medida que o estudo matemático puro e simples não conduz a resultados satisfatórios devido ao grande número de parâmetros que envolvem o fenômeno de mistura e transferência de potência a líquidos.

Além de gráficos e desenhos, figuram no final deste trabalho algumas fotos do equipamento utilizado, que se encontra na FMC do Brasil S.A. Ind. Com. - Divisão Filsan Equipamentos para Saneamento.

2. ARRANJO EXPERIMENTAL

O conjunto de testes é basicamente composto de um tanque de concreto e uma estrutura metálica onde se encontra o equipamento mecânico propulsor.

O tanque pode armazenar até $5,5 \text{ m}^3$ de água e possui uma janela de acrílico que serve para observar o movimento do líquido durante a agitação.

A Figura 2.1 apresenta as dimensões gerais do conjunto tanque-misturador.

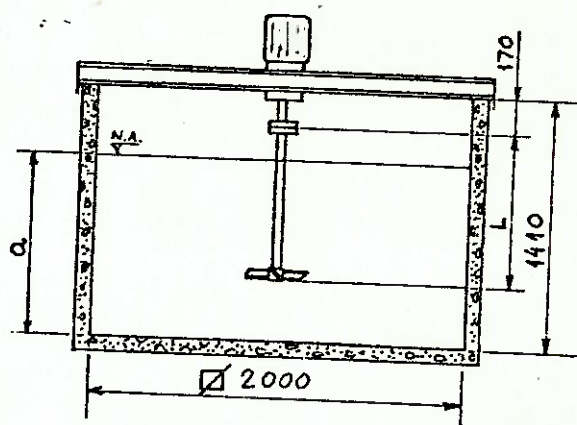


Fig.2.1 - Conjunto Tanque-Misturador

O comprimento L depende do eixo acoplado.

O nível de água a é de 1240 mm.

O dispositivo utilizado (equipamento mecânico) é uma adaptação do Misturador Vertical modelo C, número 162.01.08, fabricado pela FMC do Brasil S.A. Ind. e Com. - Divisão - Filsan Equipamentos para Saneamento. Dependendo da utilização ele é fornecido de acordo com as especificações próprias dessa utilização, tais como: potência a ser introduzida (que se obtém a partir do gradiente de velocidades das partículas requerido), dimensões do tanque, etc.

O dispositivo de testes mantém como elementos básicos a parte motora e como elementos escamoteáveis o eixo inferior e o rotor que a ele é acoplado.

A mudança do eixo (ver Desenho nº 4) é feita em função de se alterar a posição vertical do rotor dentro da massa líquida, e a mudança do rotor em função de variar seu diâmetro e a inclinação das pás (ver Desenho nº 3).

O misturador está fixado numa estrutura metálica a qual possui ainda uma mesa para colocação dos instrumentos de medição (ver fotos).

Para uma maior elucidação apresentamos no final do trabalho um desenho de conjunto incluindo lista de materiais do equipamento mecânico.

3. PROCESSO DE MEDIÇÃO DA POTÊNCIA INTRODUZIDA

3.1 - Método Mecânico(Dinamômetro)

O sistema empregado é o indicado na Figura 3.1. A carcaça do motor elétrico é oscilante e a ela está fixado uma haste que é conectada a um dinamômetro tipo mola. A carga aplicada pela haste ao dinamômetro provém da ação e reação entre o estator (carcaça) do motor e o rotor (eixo) do motor.

A carga aplicada pela haste no dinamômetro, multiplicada pela distância do ponto de aplicação da força até a linha de centro do motor fornece o momento torçor no eixo do motor.

A potência introduzida é obtida multiplicando-se o momento torçor pela rotação medida.

3.2 - Instrumentos de Medição.

Os instrumentos de medição utilizados foram:

- Dinamômetro tipo mola, marca Kratos tipo DLC - com capacidade de 5 kg e divisões de 20 g que forneceu a carga aplicada pela haste em kgf.
- Conta giros eletrônico marca Shimpo-Digitacho DT 101 que fornece a rotação até 9999 rpm.
- Amperímetro tipo alicate marca National-Super clamp Meter Type 300 AC 60 Hz que forneceu a corrente em amperes.

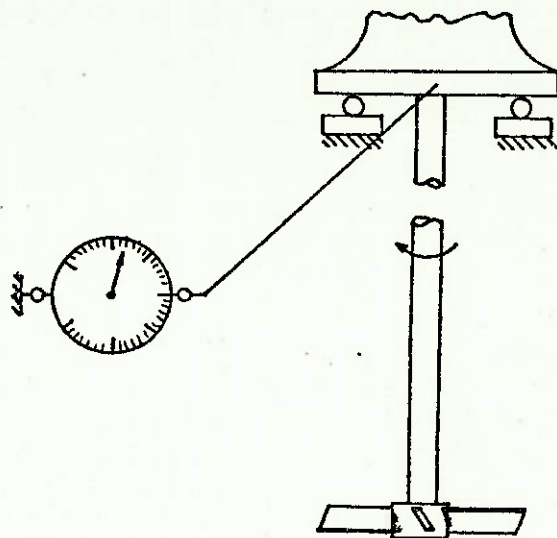


Fig. 3.1 - Sistema para medição da carga aplicada.

3.3 - Fórmulas Empregadas

- Cálculo do momento torçor no eixo do motor

$$M \text{ (kp x cm)} = P \text{ (kp)} \times b \text{ (cm)}$$

$P = F \times \text{sen } \beta$ - carga aplicada pela haste

b -(braço) - distância do ponto de aplicação da força até a linha de centro do motor.

F - carga lida no dinamômetro

β - ângulo entre a direção da carga lida e a direção da haste.

4. ANÁLISE DO EXPERIMENTO

4.1 - Introdução

Como já foi salientado, são muitos os fatores que influem na determinação da potência introduzida, pelo equipamento misturador, na massa líquida.

Neste trabalho procuramos verificar as variáveis mais significativas, que são enunciadas a seguir:

- diâmetro do rotor
- inclinação das pás do rotor
- comprimento do eixo, ou seja, posição vertical do rotor
- sentido de rotação do rotor, ou seja, fluxo - ascendente ou descendente do líquido.
- posição do misturador, ou seja, posição horizontal do rotor.

Para facilidade de análise fixamos duas variáveis quais sejam, sentido de giro do rotor e posição do misturador.

Toda análise a seguir foi feita considerando:

- o misturador vertical está localizado no centro do tanque,
- o sentido de giro do rotor é horário, sendo - portanto o fluxo líquido descendente.

das:
A Figura 4.1 a seguir elucida as hipóteses adotadas

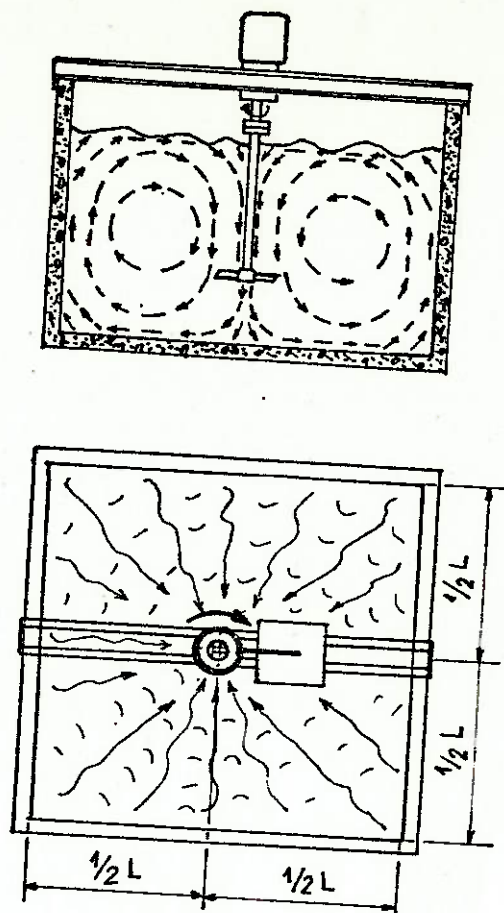


Fig. 4.1 - Misturador no centro do tanque e sentido de giro horário.

A potência introduzida pelo misturador fica sendo portanto função:

- do comprimento do eixo
- da inclinação das pás do rotor
- do diâmetro do rotor.

Podemos então plotar a potência no eixo das ordenadas e levantar as curvas para as três variáveis acima.

Quando uma delas estiver no eixo das abcissas as outras duas aparecerão como constantes.

4.2 - Influência da inclinação das pás do rotor na potência introduzida.

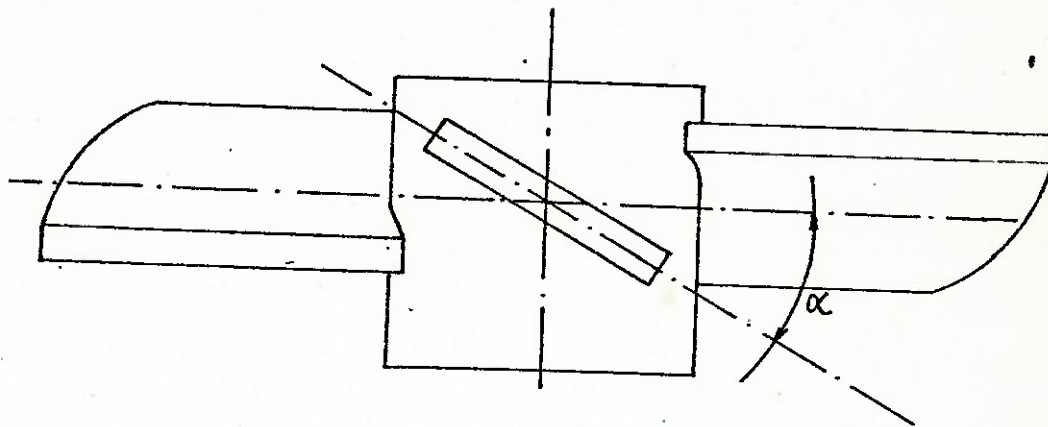


Fig. 4.2 - Rotor

Intuitivamente é fácil perceber que quanto maior a inclinação da pá, maior a quantidade de massa líquida movida e portanto maior a potência requerida (ou introduzida).

A Figura 4.3, tirada do gráfico de número II-2/5, comprova essa afirmativa, pois quanto maior a inclinação, maior a potência introduzida.

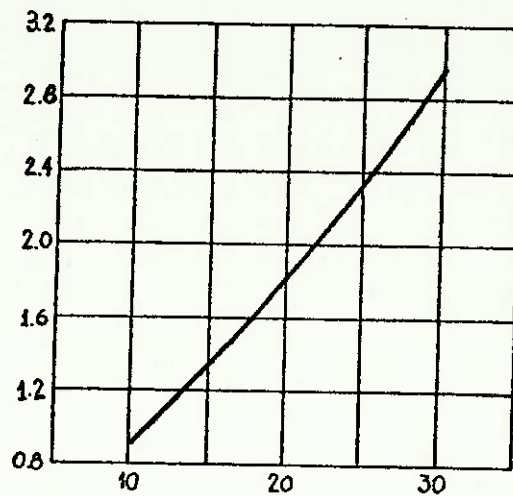


Fig. 4.3 - Potência x Inclinação das pás.

É interessante notar nos gráficos II que a concavidade da curva se inverte com o aumento do diâmetro - em torno de 190 mm - (ver Figura 4.4). Isso se deve ao fato de que, para um ângulo de inclinação das pás de 30° , em torno de 190 mm a potência introduzida começa a ultrapassar a potência nominal do motor. A partir daí, com o aumento do diâmetro do rotor, começa a existir um aumento considerável no escorregamento do motor, ocasionando um aumento cada vez menor da potência.

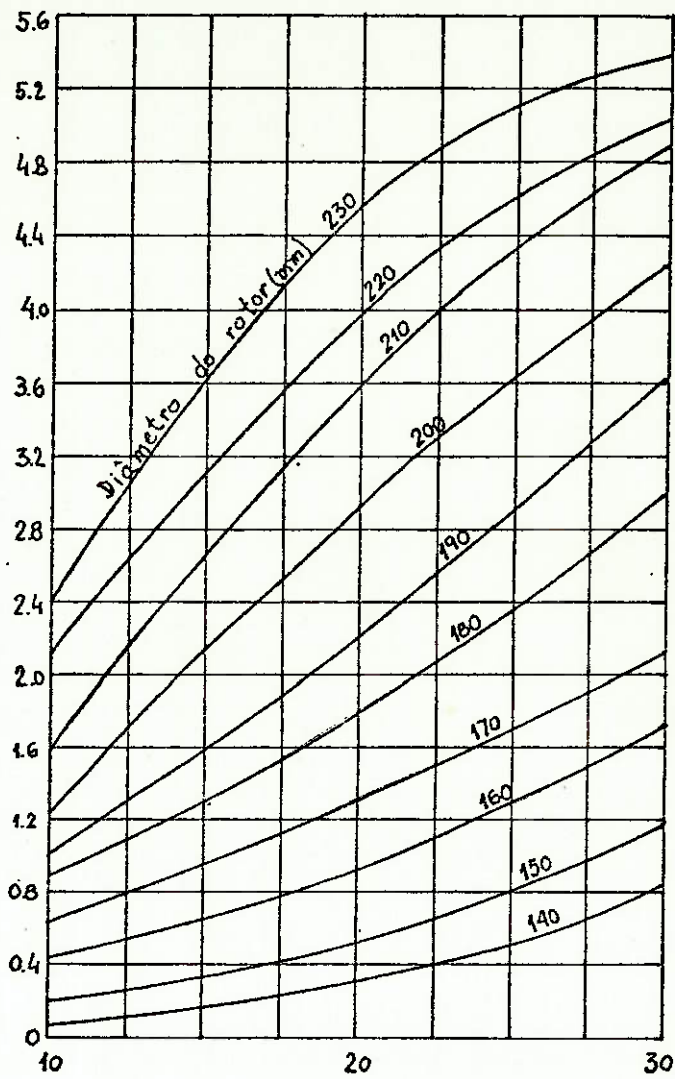


Fig. 4.4 - Potência x Inclinação das pás.

4.3 - Influência do comprimento do eixo na potência introduzida.

Os gráficos de número I parecem mostrar que o comprimento do eixo influencia a potência introduzida, pois para que uma conclusão oposta fosse tirada, todas as retas deveriam ser horizontais, o que não ocorre. Porém, deve-se salientar que essa influência é pouco sensível.

Analisando os gráficos de número II, verificamos que, na verdade, o que ocorre é a invariança da potência com o comprimento do eixo, pois se sobrepusermos os gráficos III. 1/11 a 6/11 e depois III. 7/11 a 10/11, suas curvas coincidem.

Os valores calculados da potência introduzida para cada eixo foram, então, considerados como se fossem de um só eixo, tendo sido tirada a média desses valores, que estão listados na Tabela 3 junto com o desvio padrão para cada média.

Observando o gráfico III.11/11 - apresenta as curvas valores médios da potência x comprimento do eixo - verificamos que esse procedimento é válido pois os pontos, médios pouco se afastam das curvas médias traçadas.

4.4 - Influência do diâmetro do rotor na potência introduzida.

Aqui também é intuitivo concluir que quanto maior o diâmetro do rotor, maior é a potência introduzida, pois maior é a quantidade de massa líquida agitada.

////

A partir de agora, verificado que o comprimento - do eixo não interfere na potência introduzida, a influência do sentido de rotação do rotor e de sua posição horizontal no tanque serão analisadas utilizando-se a Figura 4.5 e os valores - utilizados para levantar suas curvas.

4.5 - Influência do sentido de rotação na potência introduzida.

Analisando a Figura 4.5 visualmente é difícil determinar se o sentido de rotação influencia ou não a potência - introduzida.

Antes da análise propriamente dita algumas considerações foram feitas:

- Quando o rotor gira no sentido horário, o fluxo líquido é descendente. Portanto a massa líquida é impulsionada - contra um obstáculo que é o fundo do tanque. Para o rotor, girando no sentido anti-horário, o fluxo líquido é ascendente e a massa líquida é impulsionada para uma superfície livre, que é a tona d'água. Por esse motivo parece intuitivo que o motor necessite introduzir uma potência maior quando gira no sentido horário .

- Por outro lado, quando o fluxo é descendente, as partículas são aceleradas na direção e sentido da atração gravi

tacional e quando o fluxo é ascendente ocorre o contrário. Então neste caso o motor necessita fornecer maior potência quando o rotor gira no sentido anti-horário.

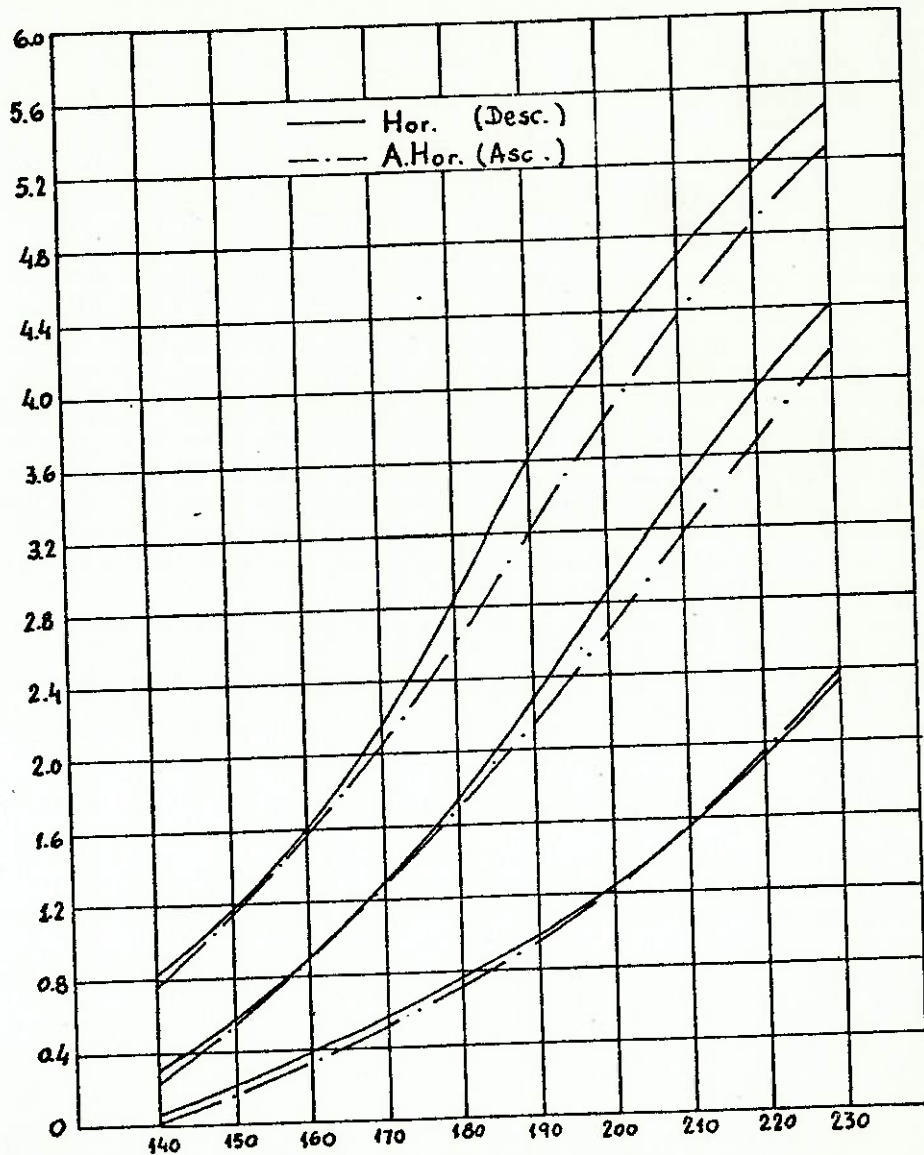


Fig. 4.5 - Potência x Diâmetro do Rotor.

Portanto estas considerações por enquanto não podem ser conclusivas.

Partindo para uma análise quantitativa, vamos verificar qual é o erro, ou seja, qual a diferença percentual entre o valor da potência para cada sentido de rotação, considerando um mesmo rotor.

Para isso foi levantado o Quadro 4.1, que expressa em porcentagem, a relação entre o menor e o maior valor da potência para um mesmo rotor (na grande maioria dos casos a potência introduzida no sentido horário é maior que a do sentido anti-horário e nos casos onde isso não ocorre existe o sinal negativo).

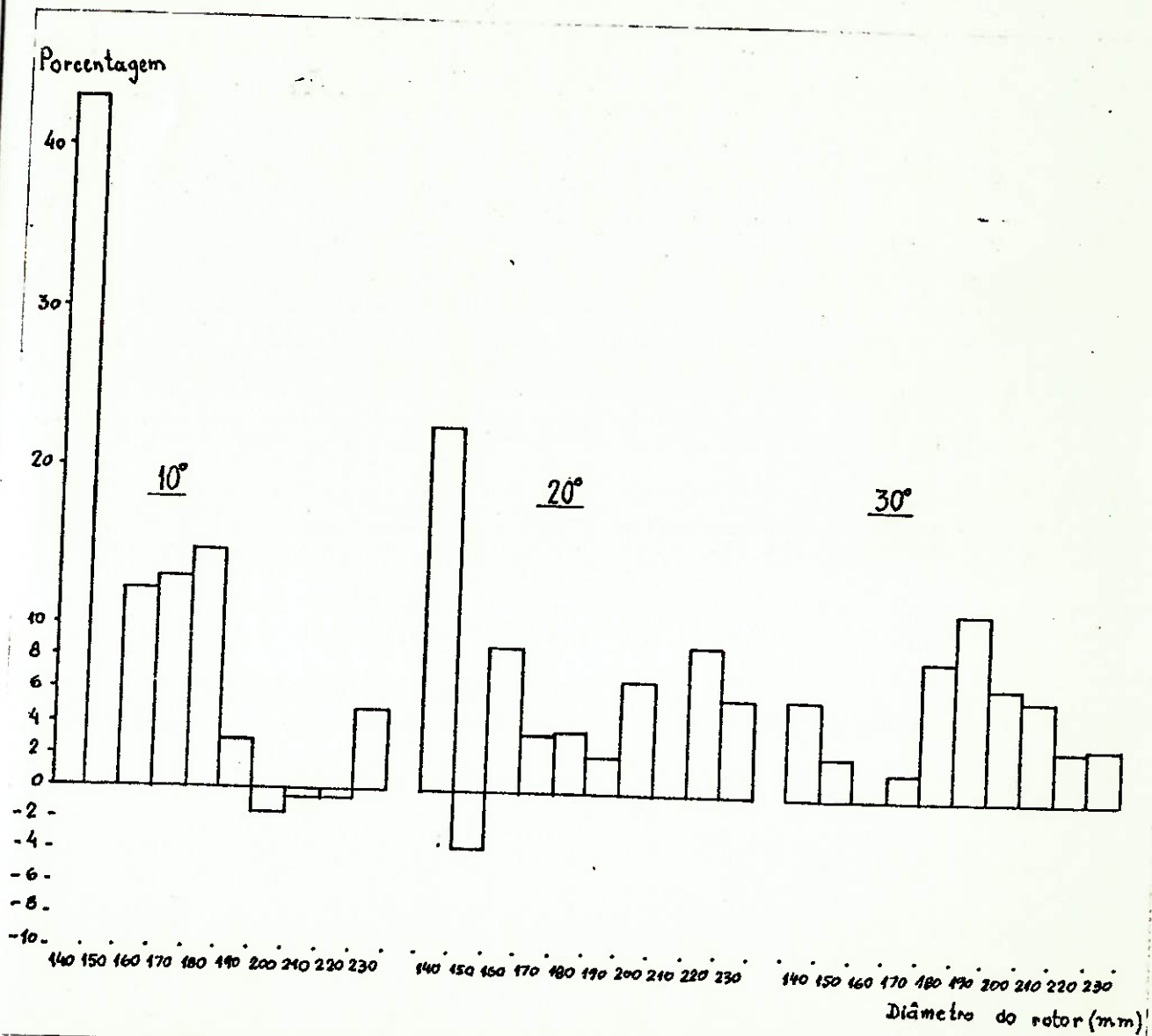
QUADRO 4.1 - Relação entre os valores da potência (%)

D	I	10(D)	20(V)	30(T)
140		42.86	22.58	6.02
150			-3.57	2.46
160		12.20	8.70	
170		12.90	3.85	1.85
180		14.63	4.00	8.45
190		2.97	2.25	11.60
200		-1.59	6.99	6.97
210		-0,64		6.13
220		-0,50	9.23	3.35
230		5,15	6.08	3.62

D - diâmetro do rotor (mm)

I - inclinação das pás do rotor ($^{\circ}$)

Para podermos entender melhor o que está ocorrendo, levantamos os histogramas a seguir onde para cada rotor, - considerou-se uma área que corresponde ao respectivo valor do - Quadro 4.1.



Supusemos que cada erro correspondesse a uma área e então para cada inclinação somamos todas as áreas, retirando os valores dos rotores: D14 ($I = 10^\circ$; $D = 140$ mm) e V14 ($I = 20^\circ$; $D = 140$ mm), pois eles são por demais imprecisos logo à primeira análise.

Então temos:

Incl.	Área Total
10°	50,58
20°	44,67
30°	50,45

A seguir construímos o Quadro 4.2 que fornece a porcentagem da Área Total a cada divisão de 1% de erro.

QUADRO 4.2 - Porcentagem da -Area Total

E	I	10°	20°	30°
15		100.00		
14		98.75		
13		96.78		
12		92.63		100.00
11		86.69		98.81
10		80.76	100.00	96.83
9		74.83	99.49	94.85
8		68.90	95.68	91.99
7		62.97	91.20	88.01
6		57.04	84.33	81.82
5		50.81	75.37	71.91
4		42.90	66.42	62.00
3		34.99	52.05	50.17
2		25.17	35.82	35.38
1		14.12	17.91	17.84
0		-	-	-

I - inclinação das pás do rotor (°)

E - erro (%)

Consideremos agora que um erro aceitável corresponda a 70% da Área Total, ou seja, da somatória dos erros.

Por interpolação linear chegamos a:

Inclinação	Erro aceitável com 70%
10°	8,19%
20°	4,40%
30°	4,81%

Diante de uma imprecisão de medidas considerada de 5% podemos aceitar os erros acima como oriundos dessa imprecisão.

Portanto as diferenças existentes entre as curvas para os dois sentidos de rotação do rotor são devidas à imprecisão de medida e podemos concluir pela invariança da potência introduzida com o sentido de rotação do rotor.

4.6 - Influência da posição do misturador na potência introduzida.

Como já concluimos que o comprimento do eixo não influi na potência introduzida testamos apenas o eixo 4 (L = 480 mm). Para facilidade de medição e análise, usamos para a configuração da Figura 4.6 apenas os rotores com ângulo de inclinação das pás de 20°.

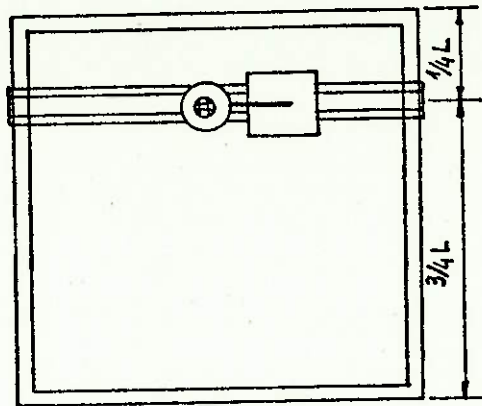


Fig. 4.6 - Misturador colocado à $1/4 L$ da parede.

Sobrepondo-se os gráficos III 11/11 e V pode-se observar que não existe qualquer variação na potência introduzida quando se altera o posicionamento do misturador.

Portanto também o posicionamento do misturador não influencia a potência introduzida na massa líquida.

5. ANALOGIA ENTRE O EXPERIMENTO E A ANÁLISE DIMENSIONAL.

A análise dimensional do fenômeno de mistura fornece a seguinte relação:

$$P = K N^3 D^5 ,$$

ou seja a potência introduzida na massa líquida é função do diâmetro e da rotação do rotor, elevados respectivamente aos expoentes 5 e 3 e ainda de uma constante K que depende da geometria do sistema.

Vamos a seguir verificar os expoentes e a constante K dessa relação, utilizando os dados do presente experimento.

Como primeiro passo levantamos as curvas Potência introduzida x Diâmetro do rotor em papel Di-LOG (Gráficos III. 1/11 a 6/11).

Se utilizarmos um gráfico em escala linear, não poderemos concluir imediatamente pela exponencialidade da função, ao passo que utilizando escala logarítmica, essa conclusão pode ser imediata se os traçados obtidos forem retos.

Supondo então que os dados obedecem a essa relação ($P = K N^3 D^5$), foram traçadas retas, onde a inclinação e o traçado médio foram calculados por regressão linear da seguinte maneira:

Seja a função:

$$P = K N^C D^B$$

Linearizando em função da rotação :

$$\ln P = \ln K D^B + C \ln N$$

A obtenção da constante C não é possível pois a quantidade de pontos é insuficiente e além disso eles estão aglomerados.

Adotamos $C=3$ conforme a análise dimensional -
Linearizando em função do diâmetro

$$\ln P = \ln K N^3 + B \ln D$$

O coeficiente B , o termo $\ln K N^3$ e o coeficiente de correlação (r^2) são tabelados a seguir, para cada eixo e para cada inclinação.

QUADRO 5.1

Incl.	Eixo	$\ln \text{KN}^3$	B	r^2
10°	1	2.69×10^{-15}	6.38	0.91
10°	2	3.28×10^{-15}	6.33	0.91
10°	3	1.99×10^{-15}	6.43	0.93
10°	4	5.98×10^{-15}	6.22	0.94
20°	1	1.90×10^{-12}	5.28	0.97
20°	2	1.12×10^{-12}	5.38	0.96
20°	3	2.54×10^{-12}	5.22	0.96
20°	4	1.98×10^{-12}	5.27	0.97
30°	1	5.22×10^{-9}	3.85	0.96
30°	2	3.95×10^{-9}	3.91	0.97
30°	3	4.82×10^{-9}	3.87	0.97
30°	4	4.92×10^{-9}	3.86	0.96

Percebe-se que o coeficiente B está próximo de 5, determinado por análise dimensional, somente para os rotores com pás de inclinação 20°, distanciando-se para as outras duas inclinações.

Nota-se que os coeficientes de correlação (r^2) - que indicam a validade do uso da regressão quando r^2 tende a 1, se encontram acima de 0.9, logo a aproximação por retas feitas nos gráficos III 1/11 a 6/11 é bastante aceitável.

Este fato comprova a hipótese de que a potência introduzida é função do diâmetro elevado a um certo coeficiente, porém sobre seu valor nada se conclui.

Deve-se salientar que um certo erro foi introduzido quando consideramos a rotação como constante, o que não corresponde à realidade.

Quando analisamos o gráfico II (Potência x Inclinação das pás) verificamos que ocorria uma inversão da concavidade das curvas com o aumento do diâmetro do rotor. O motivo - que ocasionou essa inversão se manifesta também nos gráficos - III: observamos aí que para as inclinações das pás de 20° e 30° a curva Potência x Diâmetro do rotor também sofre uma mudança de concavidade em torno de 3 CV, pois como já foi mencionado, o que ocasiona é a superutilização do motor, ou seja, potências acima da nominal (3 CV).

Isso significa que existem alguns valores não significativos do experimento.

No caso do ângulo de inclinação das pás de 10° , para o maior diâmetro do rotor ($D = 230$ mm) a potência introduzida não ultrapassa a nominal, mas para os diâmetros menores (140 e 150 mm) os dados se encontram dentro do erro de medida (5%) e são também não significativos.

Para o ângulo de inclinação das pás de 20° também os valores da potência para os menores diâmetros (140 e 150 mm) estão dentro do erro.

Então eliminamos os valores não significativos - que correspondem aos seguintes diâmetros:

Incl.	Diâmetro
10	140 , 150
20	140, 150, 220, 230
30	190, 200, 210, 220, 230

Calculamos, por regressão linear, os novos valores do coeficiente B, agora utilizando a média dos valores da potência.

Temos portanto :

Incl.	B	r^2
10	4.66	0.99
20	5.04	0.99
30	4.96	1.00

Vemos que o coeficiente B se situou próximo de 5, para os três ângulos de inclinação, com os coeficientes de correlação (r^2) indicando a validade do uso do método ($r^2 \rightarrow 1$).

Vamos agora analisar a constância do coeficiente K :

Utilizando todos os dados (diâmetros de 140 a 230 mm) para as três inclinações das pás (10° , 20° , 30°) foram calculados os valores de K, que é dado por

$$K \text{ (ws}^3\text{/m}^B\text{)} = 6,41 \times 10^5 \frac{P \text{ (CV)}}{N^3 \text{ (rpm)} \times D^B \text{ (m)}}$$

Os valores obtidos estão listados na Tabela 4 e a curva IV.A(K x D) mostra a variação de K com o Diâmetro - do rotor. Pela análise dimensional, K é uma constante para um dado sistema (reservatório, líquido, etc).

Eliminando os pontos não significativos citados anteriormente e, utilizando os valores de B correspondentes, recalculamos os novos valores de K.

Existe, como se pode observar nos Gráficos IV.B uma tendência de, eliminando-se os pontos não significativos, o valor K, tornar-se constante em função do diâmetro do rotor. Porém esta conclusão não pode ser definitiva pois devido à - eliminação dos pontos não significativos, estamos trabalhando com um número reduzido de pontos.

6. CONCLUSÃO

Feitas todas as análises podemos, de posse de seus resultados, enumerar algumas conclusões.

1. Como todo estudo experimental, este apresentou algumas imperfeições que devem ser salientadas para que as conclusões sejam compreendidas, em alguns casos, como em parte oriundas dessas imprecisões:

- imprecisão de medidas
- a não utilização de defletores provocava em alguns casos a formação de vórtices
- na analogia com a análise dimensional consideramos a rotação constante quando ela chegou a variar em até 500 rpm
- trabalhamos em alguns casos com um número muito reduzido de pontos
- potência nominal do motor em alguns casos abaixo da necessária.

2. A primeira conclusão que se tira do capítulo 5 é que a análise dimensional pode muito bem explicar o fenômeno de introdução de potência.

3. Das variáveis significativas somente duas influem na determinação da potência introduzida.

- ângulo de inclinação das pás do rotor (α)

- diâmetro do rotor

4. As outras não atuam no sentido de modificar a potência introduzida:

- comprimento do eixo
- sentido de rotação do rotor ou direção do fluxo.
- posicionamento do misturador.

Queremos aqui, depois dessas considerações, deixar a sugestão de, utilizando-se um motor com potência nominal de 5 ou 6 CV repetir a experiência para poder chegar a conclusões mais confiáveis, pois estaríamos então trabalhando com um número maior de pontos.

7. TABELAS E GRÁFICOS.

- Construção das Tabelas

Para facilidade de manipulação dos dados, estes foram agrupados em quatro tabelas, que são especificadas a seguir:

Tabela 1 : estão listados todos os valores tirados diretamente do experimento.

Tabela 2 : a partir da Tabela 1 foi calculada a potência introduzida para cada eixo.

Tabela 3 : nesta tabela estão listadas as médias (dos valores da potência introduzida) dos quatro comprimentos de eixo, e os valores calculados da constante K.

Tabela 4 : tirando os valores não significativos da potência da Tabela 3, foi construída a Tabela 4 que contém ainda os novos valores calculados do coeficiente B e da constante K.

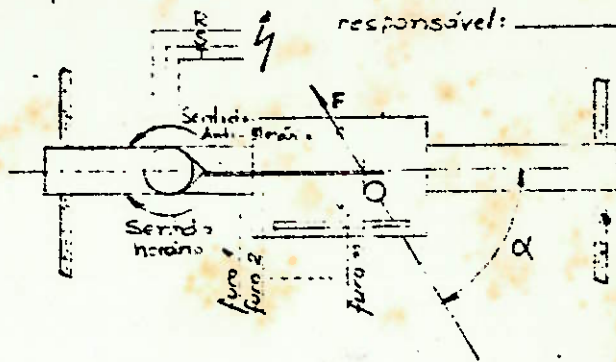
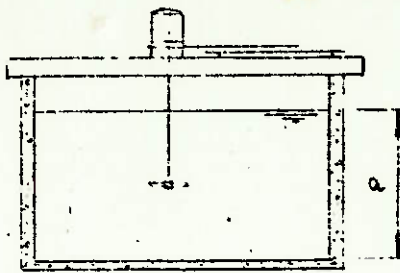
TABELA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL ZELCO

11

Valores Experimentais

data: ___/___/___

responsável: _____



PA' 10°

Helice	Eixo	Força (kp)	Rotação (rpm)	Furo RS	Ângulo α (°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
014	1	0.08	1790	3	90	124	H	50	47	5.2
014	1	0.03	1790	3	102	124	AH	48	47	5.2
015	1									
015	1									
016	1	0.54	1784	3	90	124	H	42	47	5.2
016	1	0.44	1785	3	102	124	AH	48	48	5.2
017	1	0.78	1780	3	90	124	H	50	49	5.4
017	1	0.66	1781	3	102	124	AH	49	50	5.4
017	1	0.84	1775	5	90	124	H	55	55	5.0
017	1	0.66	1776	5	80	124	AH	55	55	6.0
019	1	0.98	1770	5	90	124	H	58	57	6.5
019	1	0.90	1771	5	80	124	AH	58	58	6.5
020	1	1.18	1767	5	90	124	H	65	6.5	7.0
020	1	1.20	1766	5	80	124	AH	6.5	6.5	7.0
021	1	1.50	1755	5	90	124	H	70	7.0	7.5
021	1	1.52	1759	5	80	124	AH	7.0	7.0	7.5
022	1	2.02	1747	5	90	124	H	77	7.7	8.5
022	1	1.94	1749	5	80	124	AH	7.7	7.7	8.2
023	1	2.32	1737	5	90	124	H	80	8.3	8.5
023	1	2.10	1742	5	80	124	AH	8.0	7.7	8.0
014	2	0.08	1792	3	90	124	H	48	46	5.1
014	2	0.05	1792	3	102	124	AH	46	47	5.0
015	2									
015	2									
016	2	0.52	1784	3	90	124	H	50	48	5.3
016	2	0.46	1786	3	102	124	AH	49	50	5.3

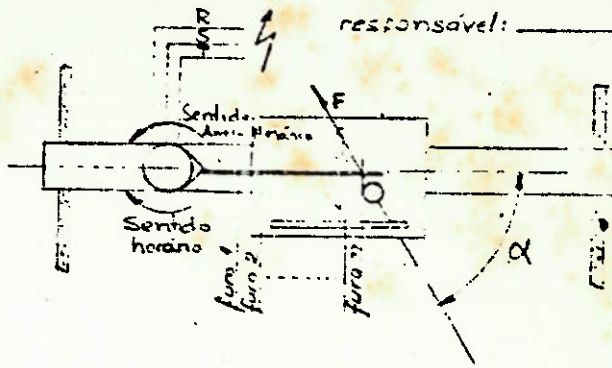
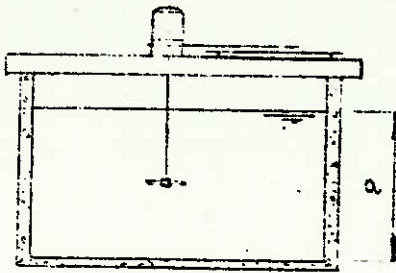
TABELA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL ZEPHO

TABELA 1 2/11

Valores Experimentais

data: / /

responsável: _____



Helice	Eixo	Força (kg)	Rotação (rpm)	Furo no	Ângulo α (°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
D17	2	0.75	1780	3	90	124	H	5.0	5.0	5.5
D17	2	0.70	1782	3	102	124	AH	5.0	5.0	5.4
D18	2	0.76	1774	5	90	124	H	5.7	5.6	6.5
D18	2	0.64	1776	5	80	124	AH	5.5	5.5	6.0
D19	2	0.74	1769	5	90	124	H	6.0	6.0	6.5
D17	2	0.96	1769	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.5
D20	2	1.16	1765	5	90	124	H	6.0	6.0	6.7
D20	2	1.18	1765	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.7
D21	2	1.48	1758	5	90	124	H	7.0	7.0	7.5
D21	2	1.50	1758	5	80	124	AH	7.0	7.0	7.5
D22	2	1.92	1751	5	90	124	H	7.7	8.0	8.5
D22	2	1.96	1746	5	80	124	AH	8.2	8.0	8.5
D23	2	2.22	1732	5	90	124	H	8.2	8.2	8.7
D23	2	2.20	1738	5	80	124	AH	8.0	8.0	8.5
D14	3	0.08	1791	3	90	124	H	4.7	4.5	4.9
D14	3	0.06	1792	3	102	124	AH	4.5	4.7	4.9
D15	3									
D15	3									
D16	3	0.44	1783	3	90	124	H	5.0	4.9	5.3
D16	3	0.40	1783	3	102	124	AH	4.9	5.0	5.3
D19	3	0.76	1781	3	90	124	H	5.2	5.0	5.6
D19	3	0.70	1782	3	102	124	AH	5.0	5.1	5.6
D18	3	0.74	1774	5	90	124	H	5.6	5.6	6.5
D12	3	0.66	1776	5	80	124	AH	5.6	5.6	6.5
D19	3	0.96	1771	5	90	124	H	6.0	6.0	6.5
D19	3	0.92	1770	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.5

TABELA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL PÉLVICO

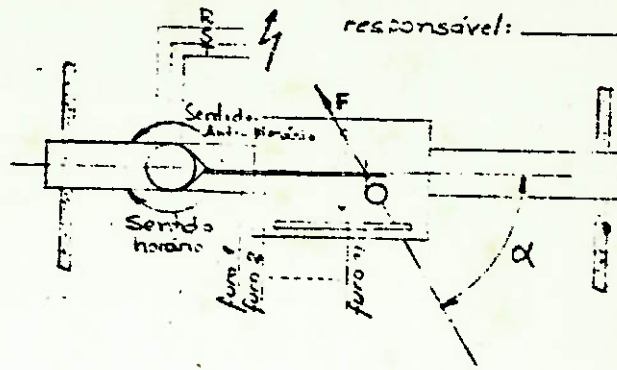
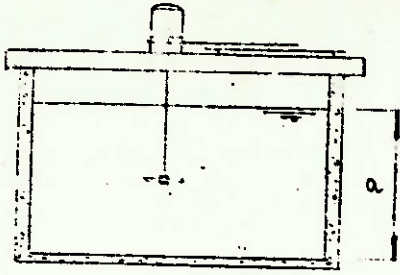
TABELA 1

3/11

Valores Experimentais

data: ___/___/___

responsável: _____



Helice	Eixo	Força (kp)	Rotação (rpm)	Furo nº	Ângulo α(°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
J20	3	1.14	1767	5	90	124	H	6.5	6.5	7.0
J20	3	1.22	1765	5	80	124	AH	6.5	6.5	7.0
J21	3	1.46	1757	5	90	124	H	6.8	6.8	7.3
J21	3	1.50	1756	5	80	124	AH	6.8	6.8	7.5
J22	3	1.86	1749	5	90	124	H	8.0	8.0	8.7
J22	3	1.96	1746	5	80	124	AH	8.0	8.0	8.7
J23	3	2.20	1736	5	90	124	H	8.5	8.7	9.0
J23	3	2.16	1743	5	80	124	AH	8.5	8.3	8.8
J14	4	0.10	1790	3	90	124	H	4.8	4.6	5.1
J14	4	0.08	1790	3	102	124	AH	4.6	4.7	5.1
J15	4									
J15	4									
J16	4	0.48	1785	3	90	124	H	5.0	4.8	5.4
J16	4	0.47	1785	3	102	124	AH	4.8	4.9	5.3
J17	4	0.74	1778	3	90	124	H	5.1	5.0	5.5
J17	4	0.64	1779	3	102	124	AH	5.0	5.0	5.5
J18	4	0.74	1775	5	90	124	H	5.5	5.5	6.0
J18	4	0.72	1776	5	80	124	AH	5.5	5.5	6.0
J19	4	0.92	1771	5	90	124	H	6.0	6.0	6.5
J19	4	0.96	1771	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.5
J20	4	1.18	1767	5	90	124	H	6.5	6.5	7.0
J20	4	1.24	1764	5	80	124	AH	6.5	6.5	7.0
J21	4	1.46	1759	5	90	124	H	7.0	7.0	7.5
J21	4	1.54	1755	5	80	124	AH	7.0	7.0	7.5
J22	4	1.86	1749	5	90	124	H	7.7	8.0	8.5
J22	4	1.96	1746	5	80	124	AH	8.0	8.0	8.7

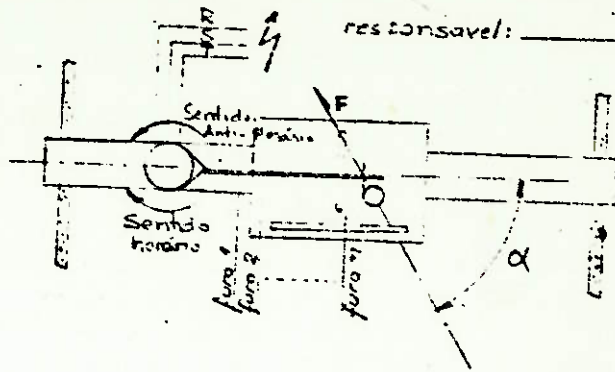
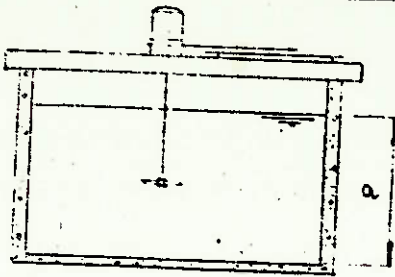
TABELA 4
TESTE - MISTURADOR VERTICAL - RÓDICO

4/11

Valores Experimentais

data: ___/___/___

res. consavel: _____



Helice	EXO	Força (kg)	Rotação (rpm)	Furo (v)	Ângulo α(°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
D23	4	2.24	1738	5	90	124	H	8.5	8.5	9.3
D23	4	2.12	1741	5	80	124	AH	8.5	8.5	9.3
20° V14	1	0.30	1785	5	90	124	H	5.2	5.0	5.8
V14	1	0.22	1786	5	80	124	AH	5.0	5.0	5.7
V15	1	0.50	1782	5	90	124	H	5.5	5.7	6.0
V15	1	0.54	1782	5	80	124	AH	5.6	5.4	5.2
V16	1	0.88	1773	5	90	124	H	6.0	6.0	6.5
V16	1	0.76	1775	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.5
V17	1	1.24	1763	5	90	124	H	6.5	6.7	7.0
V17	1	1.18	1767	5	80	124	AH	6.5	6.5	6.7
V18	1	1.72	1756	5	90	124	H	7.3	7.5	7.7
V18	1	1.62	1755	5	80	124	AH	7.5	7.6	7.6
V19	1	2.12	1742	5	90	124	H	8.2	8.6	9.2
V19	1	2.08	1745	5	80	124	AH	8.5	8.0	9.0
V20	1	2.86	1728	5	90	124	H	10.0	10.0	10.5
V20	1	2.64	1732	5	80	124	AH	10.0	9.8	10.2
V21	1									
V21	1									
V22	1	4.0	1661	5	90	124	H	14.0	13.7	14.0
V22	1	3.6	1683	5	80	124	AH	12.0	12.0	12.5
V23	1	4.7	1619	5	90	124	H	16.0	15.0	16.0
V23	1	4.2	1660	5	80	124	AH	15.0	15.0	15.0
V14	2	0.26	1786	5	90	124	H	5.2	5.0	5.7
V14	2	0.22	1786	5	80	124	AH	5.0	5.1	5.7
V15	2	0.52	1781	5	90	124	H	5.4	5.3	6.0
V15	2	0.54	1780	5	80	124	AH	5.3	5.4	6.0

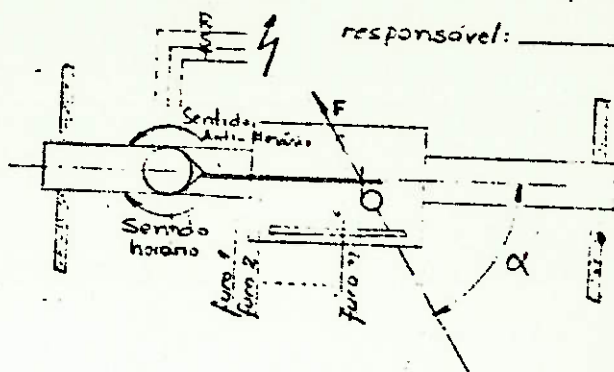
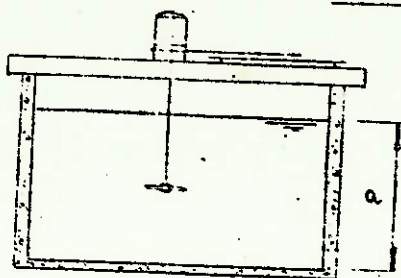
TABLA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

5/1

Valores Experimentais

data: ___/___/___

responsável: _____



Helice	Eixo	Força (kg)	Rotação (rpm)	Furo no	Ângulo α (°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
V16	2	0.84	1773	5	90	124	H	5.7	5.7	6.5
V16	2	0.80	1774	5	80	124	AH	5.7	5.7	6.5
V17	2	1.24	1766	5	90	124	H	6.5	6.5	7.0
V17	2	1.16	1766	5	80	124	AH	6.5	6.3	6.6
V17	2	1.66	1752	5	90	124	H	7.0	7.5	7.7
V18	2	1.58	1753	5	80	124	AH	7.5	7.3	7.2
V19	2	2.14	1740	5	90	124	H	8.3	8.5	9.0
V19	2	2.08	1745	5	80	124	AH	8.0	8.0	8.5
V20	2	2.74	1721	5	90	124	H	9.0	9.0	9.5
V20	2	2.54	1720	5	80	124	AH	10.0	10.0	10.0
V21	2									
V21	2									
V22	2	4.0	1660	5	90	124	H	13.5	14.0	14.0
V22	2	3.5	1674	5	80	124	AH	12.5	12.5	13.0
V23	2	4.6	1622	5	90	124	H	15.0	15.0	15.0
V23	2	4.2	1644	5	80	124	AH	14.0	14.0	14.0
V14	3	0.28	1783	5	90	124	H	4.2	4.2	5.4
V14	3	0.20	1784	5	80	124	AH	4.2	4.9	5.4
V15	3	0.54	1780	5	90	124	H	5.3	5.2	6.0
V15	3	0.50	1780	5	80	124	AH	5.2	5.4	6.0
V16	3	0.88	1776	5	90	124	H	6.0	6.2	6.5
V16	3	0.78	1776	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.3
V17	3	1.16	1761	5	90	124	H	6.5	6.5	7.0
V17	3	1.22	1763	5	80	124	AH	6.5	6.5	7.0
V18	3	1.68	1751	5	90	124	H	7.5	7.5	8.0
V18	3	1.62	1752	5	80	124	AH	7.5	7.5	8.0

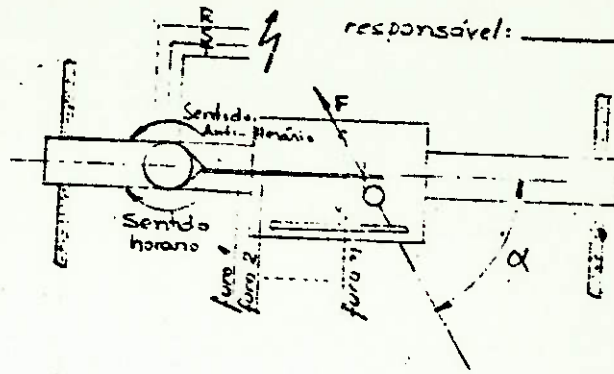
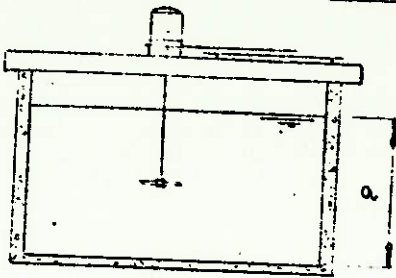
TABELA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

7/94

Valores Experimentais

data: / /

responsável: _____



Helice	Eixo	Força (kg)	Rotação (rpm)	Furo nº	Ângulo α (°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
V22	4	4.0	1680	5	90	124	H	120	12.0	12.0
V22	4	3.9	1677	5	80	124	AH	120	12.0	12.0
V23	4	4.5	1656	5	90	124	H	150	15.0	15.0
V23	4	4.6	1654	5	80	124	AH	140	14.0	14.0
T14	1	0.80	1772	5	90	124	H	5.6	5.6	6.0
T14	1	0.72	1774	5	80	124	AH	5.5	5.5	6.0
T15	1	1.12	1766	5	90	124	H	6.3	6.5	6.2
T15	1	1.10	1762	5	80	124	AH	6.5	6.3	6.7
T16	1									
T16	1									
T17	1	2.04	1740	5	90	124	H	7.2	7.3	9.0
T17	1	1.98	1744	5	80	124	AH	8.0	8.0	8.7
T18	1	2.6	1722	6	90	124	H	11.0	12.0	12.0
T18	1	2.47	1729	6	72	124	AH	11.0	10.0	11.0
T19	1	3.2	1696	6	90	124	H	12.5	12.5	13.0
T19	1	2.9	1714	6	72	124	AH	11.5	11.5	11.5
T20	1	3.8	1664	6	90	124	H	14.0	14.0	14.0
T20	1	3.7	1685	6	72	124	AH	13.0	13.0	13.0
T21	1	4.5	1317	6	90	124	H	16.0	16.0	16.0
T21	1	4.2	1658	6	72	124	AH	14.0	14.0	14.0
T22	1	3.7	1525	9	90	124	H	20.0	20.0	21.0
T22	1	3.4	1565	9	90	124	AH	20.0	20.0	20.0
T22	1	4.2	1460	9	90	124	H	24.0	24.0	24.0
T23	1	3.9	1425	9	90	124	AH	22.0	22.0	22.0
T14	2	0.76	1774	5	90	124	H	6.3	6.0	6.6
T14	2	0.76	1775	5	80	124	AH	5.7	5.7	6.3

30°

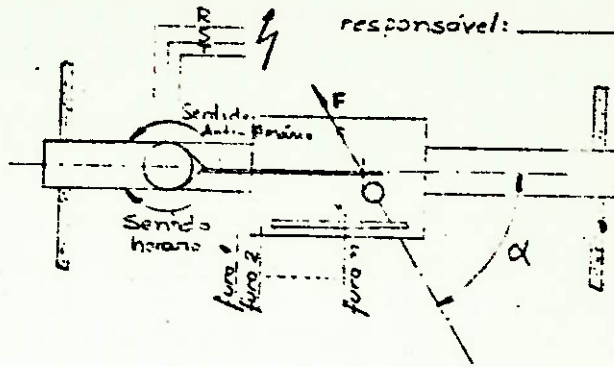
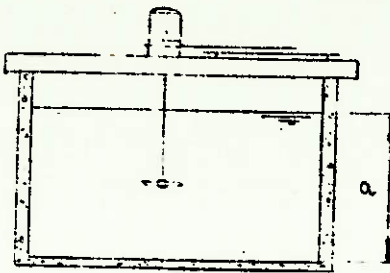
TABELA 1
TESTE - MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

8/11

Valores Experimentais

data: / /

responsável: _____



Helice	Eixo	Força (kg)	Rotação (rpm)	Furo nº	Ângulo α(°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
T15	2	1.14	1765	5	90	124	H	6.2	6.3	6.8
T15	2	1.12	1763	5	80	124	AH	6.0	6.0	6.6
T16	2									
T16	2									
T17	2	2.08	1745	5	90	124	H	8.3	8.2	8.5
T17	2	2.06	1746	5	80	124	AH	8.6	8.5	8.2
T18	2	2.5	1718	6	90	124	H	10.0	10.0	10.2
T18	2	2.4	1723	6	72	124	AH	10.0	10.0	10.3
T19	2	3.2	1591	6	90	124	H	13.0	12.5	13.0
T19	2	2.9	1710	6	72	124	AH	12.0	11.5	11.5
T20	2	3.8	1667	6	90	124	H	14.0	14.0	15.0
T20	2	3.5	1685	6	72	124	AH	12.0	12.0	12.0
T21	2	4.4	1615	6	90	124	H	16.0	16.0	16.0
T21	2	4.2	1655	6	72	124	AH	14.0	14.0	14.0
T22	2	3.7	1554	9	90	124	H	20.0	20.0	20.0
T22	2	3.6	1556	9	90	124	AH	19.0	20.0	20.0
T23	2	4.2	1490	9	90	124	H	23.0	23.0	23.0
T23	2	4.0	1500	9	90	124	AH	21.0	21.0	22.0
T14	3	0.78	1777	5	90	124	H	5.8	5.9	6.2
T14	3	0.76	1778	5	80	124	AH	6.0	6.2	6.9
T15	3	1.20	1767	5	90	124	H	6.5	6.5	7.0
T15	3	1.14	1767	5	80	124	AH	6.5	6.5	7.0
T16	3									
T16	3									
T17	3	2.0	1744	5	90	124	H	8.2	8.5	8.7
T17	3	2.1	1745	5	80	124	AH	8.6	8.4	8.7

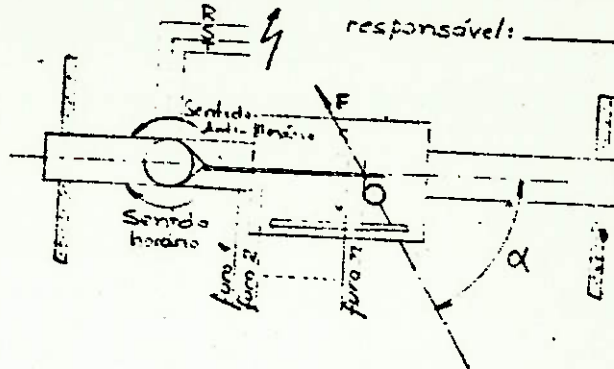
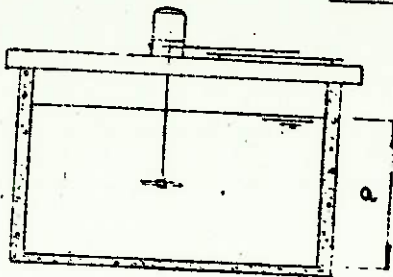
TABELA 1
 TESTE - MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

9/11

Valores Experimentais

data: / /

responsáveis: _____



Helice	Exo	Força (Kp)	Rotação (Rpm)	Furo nº	Ângulo α (°)	Profund. a (cm)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
T18	3	2.5	1725	6	90	124	H	9.7	10.0	10.0
T18	3	2.4	1724	6	72	124	AH	9.7	9.5	10.0
T19	3	3.2	1688	6	90	124	H	12.0	11.5	12.0
T19	3	2.9	1701	6	72	124	AH	12.0	11.5	12.0
T20	3	3.7	1665	6	90	124	H	14.0	14.0	14.0
T20	3	3.6	1664	6	72	124	AH	14.0	14.0	14.0
T21	3	4.4	1614	6	90	124	H	17.0	17.0	17.0
T21	3	4.2	1650	6	72	124	AH	16.0	16.0	16.0
T22	3	3.7	1555	9	90	124	H	20.0	20.0	20.0
T22	3	3.6	1559	9	90	124	AH	19.0	19.0	20.0
T23	3	4.3	1506	9	90	124	H	24.0	24.0	24.0
T23	3	4.1	1572	9	90	124	AH	22.0	22.0	22.0
T14	4	0.76	1775	5	90	124	H	5.6	6.0	6.0
T14	4	0.74	1776	5	80	124	AH	6.0	5.6	6.0
T15	4	1.16	1768	5	90	124	H	6.3	6.6	6.2
T15	4	1.20	1768	5	80	124	AH	6.7	6.3	7.0
T16	4									
T16	4									
T17	4	2.10	1738	5	90	124	H	8.5	8.5	8.5
T17	4	2.12	1739	5	80	124	AH	8.3	8.2	9.0
T18	4	2.7	1724	6	90	124	H	11.0	11.0	11.0
T18	4	2.6	1727	6	72	124	AH	11.0	11.5	11.0
T19	4	3.2	1694	6	90	124	H	12.0	12.0	12.5
T19	4	3.1	1701	6	72	124	AH	11.5	11.5	12.0
T20	4	3.6	1674	6	90	124	H	14.0	14.0	14.0
T20	4	3.7	1672	6	72	124	AH	14.0	13.5	13.5

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

PA 10° (D)

Hélice	Eixo	Momento (Kg-cm)	Potência (cv)	Sentido de Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
D14	1	2.63	0.07	H	5.0	4.7	5.2
D14	1	0.97	0.02	AH	4.8	4.9	5.2
D15	1						
D15	1						
D16	1	17.77	0.44	H	4.8	4.7	5.2
D16	1	14.16	0.35	AH	4.8	4.8	5.2
D17	1	25.66	0.64	H	5.0	4.9	5.4
D17	1	21.24	0.53	AH	4.9	5.0	5.4
D18	1	36.04	0.89	H	5.5	5.5	5.0
D18	1	22.88	0.69	AH	5.5	5.5	6.0
D19	1	42.04	1.04	H	5.8	5.8	6.5
D19	1	38.02	0.94	AH	5.8	5.8	6.5
D20	1	50.62	1.25	H	6.5	6.5	7.0
D20	1	50.70	1.25	AH	6.5	6.5	7.0
D21	1	64.35	1.58	H	7.0	7.0	7.5
D21	1	64.22	1.58	AH	7.0	7.0	7.5
D22	1	86.66	2.11	H	7.7	7.7	8.5
D22	1	81.96	2.00	AH	7.7	7.7	8.5
D23	1	99.53	2.41	-	8.0	8.3	9.5
D23	1	88.72	2.16	H	8.0	7.7	9.0
D14	2	2.63	0.07	-	4.8	4.6	5.1
D14	2	1.61	0.04	H	4.6	4.7	5.0
D15	2						
D15	2						
D16	2	12.11	0.43	H	5.0	4.8	5.3
D16	2	14.20	0.37	AH	4.9	5.0	5.3
D17	2	24.68	0.61	H	5.0	5.0	5.5
D17	2	22.53	0.56	AH	5.0	5.0	5.4
D18	2	32.60	0.81	H	5.7	5.6	6.5
D18	2	27.04	0.67	AH	5.5	5.5	6.0

TABELA 2
TESTES MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

2/9

Cálculo da Potência

Hélice	Eixo	Momento (Kp-cm)	Potência (cv)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
D18	2	40.33	1.00	H	6.0	6.0	6.5
D19	2	40.56	1.00	AH	6.0	6.0	6.5
D20	2	49.26	1.23	H	6.0	6.0	6.7
D20	2	49.85	1.23	AH	6.0	6.0	6.7
D21	2	63.49	1.56	H	7.0	7.0	7.5
D21	2	63.37	1.56	AH	7.0	7.0	7.5
D22	2	82.37	2.01	H	7.7	8.0	8.5
D22	2	82.81	2.02	AH	8.2	8.0	8.5
D23	2	95.24	2.30	H	8.2	8.2	8.2
D23	2	92.95	2.26	AH	8.0	8.0	8.5
D14	3	2.63	0.07	H	4.7	4.5	4.9
D14	3	1.93	0.05	AH	4.5	4.7	4.9
D15	3						
D15	3						
D16	3	14.47	0.36	H	5.0	4.9	5.3
D16	3	12.87	0.32	AH	4.9	5.0	5.3
D17	3	25.00	0.62	H	5.2	5.0	5.6
D17	3	22.53	0.56	AH	5.0	5.1	5.6
D18	3	31.75	0.79	H	5.6	5.6	6.5
D18	3	27.82	0.69	AH	5.6	5.6	6.5
D19	3	41.18	1.02	H	6.0	6.0	6.5
D19	3	38.87	0.96	AH	6.0	6.0	6.5
D20	3	48.91	1.21	H	6.5	6.5	7.0
D20	3	51.54	1.27	AH	6.5	6.5	7.0
D21	3	62.63	1.54	H	6.8	6.8	7.3
D21	3	63.37	1.55	AH	6.8	6.8	7.5
D22	3	79.79	1.95	H	8.0	8.0	8.7
D22	3	82.81	2.02	AH	8.0	8.0	8.7
D23	3	94.38	2.29	H	8.5	8.7	9.0
D23	3	91.26	2.22	AH	8.5	8.3	8.8

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

3/9

Hélice	Eixo	Momento (Kgcm)	Potência (cv)	Sentido Rotação	Corrente Face R	Corrente Face S	Corrente Face T
D14	4	3.29	0.08	H	4.8	4.6	5.1
D14	4	2.57	0.06	AH	4.6	4.2	5.1
D15	4						
D15	4						
D16	4	15.79	0.39	H	5.0	4.8	5.4
D16	4	15.13	0.38	AH	4.8	4.9	5.3
D17	4	24.35	0.60	H	5.1	5.0	5.5
D17	4	20.60	0.51	AH	5.0	5.0	5.5
D18	4	31.25	0.79	H	5.5	5.5	6.0
D18	4	30.42	0.75	AH	5.5	5.5	6.0
D19	4	39.47	0.98	H	6.0	6.0	6.5
D19	4	40.56	1.00	AH	6.0	6.0	6.5
D20	4	50.62	1.25	H	6.5	6.5	7.0
D20	4	52.39	1.29	AH	6.5	6.5	7.0
D21	4	62.63	1.54	H	7.0	7.0	7.5
D21	4	65.00	1.59	AH	7.0	7.0	7.5
D22	4	79.79	1.95	H	7.7	8.0	8.5
D22	4	82.81	2.02	AH	8.0	8.0	8.7
D23	4	96.10	2.33	H	8.5	8.5	9.3
D23	4	89.57	2.18	AH	8.5	8.5	9.3
V14	1	12.87	0.32	H	5.2	5.0	5.8
V14	1	9.29	0.23	AH	5.0	5.0	5.7
V15	1	21.45	0.53	H	5.5	5.7	6.0
V15	1	22.81	0.57	AH	5.6	5.4	5.8
V16	1	37.75	0.93	H	6.0	6.0	6.5
V16	1	32.11	0.80	AH	6.0	6.0	6.5
V17	1	53.23	1.31	H	6.5	6.7	7.0
V17	1	49.85	1.23	AH	6.5	6.5	6.7
V18	1	73.79	1.81	H	7.3	7.5	7.7
V18	1	68.44	1.68	AH	7.5	7.0	7.6

20°

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

4/9

Hélice	Eixo	Momento (Kg x cm)	Potência (CV)	Sentido Rotação	Corrente Face R	Corrente Face S	Corrente Face T
V19	1	90.95	2.21	H	8.2	8.6	9.2
V19	1	87.88	2.14	AH	8.5	8.0	9.0
V20	1	122.69	2.96	H	10.0	10.0	10.5
V20	1	111.54	2.70	AH	10.0	9.8	10.2
V21	1						
V21	1						
V22	1	171.60	3.98	H	14.0	13.7	14.0
V22	1	152.09	3.57	AH	12.0	12.0	12.5
V23	1	201.63	4.56	H	16.0	15.0	16.0
V23	1	177.44	4.11	AH	15.0	15.0	15.0
V14	2	11.15	0.28	H	5.2	5.0	5.7
V14	2	9.29	0.23	AH	5.0	5.1	5.7
V15	2	22.31	0.55	H	5.4	5.3	6.0
V15	2	22.81	0.57	AH	5.3	5.4	6.0
V16	2	36.04	0.89	H	5.7	5.7	6.5
V16	2	33.80	0.84	AH	5.7	5.7	6.5
V17	2	53.20	1.31	H	6.5	6.5	7.0
V17	2	49.01	1.21	AH	6.5	6.3	6.6
V18	2	71.21	1.74	H	7.0	7.5	7.7
V18	2	66.75	1.63	AH	7.5	7.3	7.7
V19	2	91.81	2.23	H	8.3	8.5	9.0
V19	2	87.88	2.14	AH	8.0	8.0	8.5
V20	2	117.55	2.82	H	9.0	9.0	9.5
V20	2	107.31	2.58	AH	10.0	10.0	10.0
V21	2						
V21	2						
V22	2	171.60	3.98	H	13.5	14.0	14.0
V22	2	147.87	3.46	AH	12.5	12.5	13.0
V23	2	197.34	4.47	H	15.0	15.0	15.0
V23	2	177.44	4.07	AH	14.0	14.0	14.0

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

5/9

Hélice	Eixo	Momento (Kp.cm)	Potência (CV)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
V14	3	12.01	0.30	H	4.8	4.8	5.4
V14	3	8.45	0.21	AH	4.8	4.9	5.4
V15	3	23.17	0.58	H	5.3	5.2	6.0
V15	3	21.12	0.53	AH	5.2	5.4	6.0
V16	3	37.75	0.94	H	6.0	6.2	6.5
V16	3	32.95	0.82	AH	6.0	6.0	6.3
V17	3	49.76	1.22	H	6.5	6.5	7.0
V17	3	51.54	1.27	AH	6.5	6.5	7.0
V18	3	72.07	1.76	H	7.5	7.5	8.0
V18	3	68.44	1.67	AH	7.5	7.5	8.0
V19	3	91.81	2.23	H	8.3	8.7	8.2
V19	3	89.57	2.17	AH	8.3	8.2	9.0
V20	3	120.12	2.88	H	9.7	9.2	10.0
V20	3	109.85	2.63	AH	10.0	10.0	10.2
V21	3						
V21	3						
V22	3	171.60	4.04	H	13.3	13.3	13.5
V22	3	153.78	3.66	AH	12.7	12.7	12.7
V23	3	181.76	4.22	H	15.0	15.0	15.0
V23	3	173.22	4.00	AH	14.5	14.5	14.5
V14	4	12.87	0.32	H	5.0	5.2	5.6
V14	4	11.83	0.29	AH	5.2	5.0	5.6
V15	4	20.59	0.51	H	5.1	5.1	5.6
V15	4	21.97	0.55	AH	5.1	5.2	5.6
V16	4	36.89	0.91	H	6.0	6.0	6.5
V16	4	35.49	0.88	AH	6.0	6.0	6.3
V17	4	54.91	1.35	H	6.0	6.0	6.9
V17	4	52.39	1.29	AH	6.6	6.0	6.9
V17	4	68.64	1.68	H	7.3	7.3	8.2
V17	4	70.13	1.72	AH	7.3	7.0	8.0

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

6/9

Hélice	Eixo	Momento (Kp-cm)	Potência (cv)	Sentido Rotação	Corrente Face R	Corrente Face S	Corrente Face T
V19	4	90.09	2.19	H	8.3	8.6	9.0
V19	4	91.26	2.22	AH	8.7	8.6	9.3
V20	4	115.83	2.78	H	10.0	11.0	11.0
V20	4	114.07	2.73	AH	10.5	10.5	10.5
V21	4						
V21	4						
V22	4	171.60	4.03	H	12.0	12.0	12.0
V22	4	164.77	3.86	AH	12.0	12.0	12.0
V23	4	193.05	4.46	H	15.0	15.0	15.0
V23	4	194.34	4.49	AH	14.0	14.0	14.0
T14	1	34.32	0.85	H	5.6	5.6	6.0
T14	1	30.42	0.75	AH	5.5	5.5	6.0
T15	1	48.05	1.18	H	6.3	6.5	6.7
T15	1	46.47	1.15	AH	6.5	6.3	6.7
T16	1						
T16	1						
T17	1	87.52	2.13	H	8.2	8.3	9.0
T17	1	83.65	2.04	AH	8.0	8.0	8.2
T18	1	124.54	2.99	H	11.0	12.0	12.0
T18	1	112.98	2.73	AH	11.0	10.0	11.0
T19	1	153.28	3.63	H	12.5	12.5	13.0
T19	1	132.11	3.16	AH	11.5	11.5	11.5
T20	1	182.02	4.23	H	14.0	14.0	14.0
T20	1	168.56	3.97	AH	13.0	13.0	13.0
T21	1	215.55	4.87	H	16.0	16.0	16.0
T21	1	191.33	4.43	AH	14.0	14.0	14.0
T22	1	232.23	4.76	H	20.0	20.0	21.0
T22	1	213.86	4.67	AH	20.0	20.0	20.0
T23	1	264.18	5.39	H	24.0	24.0	24.0
T23	1	245.31	5.05	AH	20.0	22.0	22.0

30°

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

7/9

Hélice	Eixo	Momento (Kg x cm)	Potência (cv)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
T14	2	3260	0.81	H	6.3	6.0	6.6
T14	2	32.11	0.80	AH	5.7	5.7	6.3
T15	2	48.91	1.21	H	6.2	6.3	6.8
T15	2	47.32	1.16	AH	6.0	6.0	6.6
T16	2						
T16	2						
T17	2	89.23	2.17	H	8.3	8.2	8.5
T17	2	87.03	2.12	AH	8.6	8.5	8.7
T18	2	119.75	2.87	H	10.0	10.0	10.2
T18	2	109.33	2.63	AH	10.0	10.0	10.3
T19	2	153.28	3.62	H	13.0	12.5	13.0
T19	2	132.11	3.15	AH	12.0	11.5	11.5
T20	2	182.02	4.24	H	14.0	14.0	14.0
T20	2	159.04	3.75	AH	12.0	12.0	12.0
T21	2	210.76	4.75	H	16.0	16.0	16.0
T21	2	191.33	4.42	AH	14.0	14.0	14.0
T22	2	232.73	5.05	H	20.0	20.0	20.0
T22	2	226.41	4.92	AH	19.0	20.0	20.0
T23	2	264.18	5.50	H	23.0	23.0	23.0
T23	2	251.60	5.27	AH	21.0	21.0	22.0
T14	3	33.46	0.83	H	5.8	5.9	6.2
T14	3	32.11	0.80	AH	6.0	6.2	6.9
T15	3	51.47	1.22	H	6.5	6.5	7.0
T15	3	48.16	1.19	AH	6.5	6.5	7.0
T16	3						
T16	3						
T17	3	85.80	2.09	H	8.2	8.5	8.7
T17	3	88.72	2.16	AH	8.6	8.4	8.7
T18	3	119.75	2.88	H	9.7	10.0	10.0
T18	3	109.33	2.63	AH	9.7	9.5	10.0

TABELA 2
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência

8/9

Hélice	Eixo	Momento (Kg.cm)	Potência (CV)	Sentido Rotação	Corrente Fase R	Corrente Fase S	Corrente Fase T
T19	3	153.28	3.61	H	12.0	11.5	12.0
T19	3	132.11	3.14	AH	12.0	11.5	12.0
T20	3	177.23	4.12	H	14.0	14.0	14.0
T20	3	164.00	3.81	AH	14.0	14.0	14.0
T21	3	210.76	4.75	H	17.0	17.0	17.0
T21	3	191.33	4.41	AH	16.0	16.0	16.0
T22	3	232.73	5.05	H	20.0	20.0	20.0
T22	3	226.44	4.93	AH	19.0	19.0	20.0
T23	3	270.47	5.69	H	24.0	24.0	24.0
T23	3	257.89	5.66	AH	22.0	22.0	22.0
T14	4	32.60	0.81	H	5.6	6.0	6.0
T14	4	31.26	0.78	AH	6.0	5.6	6.0
T15	4	49.76	1.23	H	6.3	6.6	6.8
T15	4	50.70	1.25	AH	6.7	6.3	7.0
T16	4						
T16	4						
T17	4	90.09	2.19	H	8.5	8.5	8.5
T17	4	89.57	2.17	AH	8.3	8.2	9.0
T18	4	129.33	3.11	H	11.0	11.0	11.0
T18	4	118.44	2.86	AH	11.0	10.5	11.0
T19	4	153.28	3.63	H	12.0	12.0	12.5
T19	4	141.22	3.35	AH	11.5	11.5	12.0
T20	4	177.23	4.03	H	14.0	14.0	14.0
T20	4	168.56	3.94	AH	14.0	13.5	13.5
T21	4	201.18	4.54	H	16.0	16.0	16.0
T21	4	195.89	4.49	AH	16.0	16.0	16.0
T22	4	239.02	5.25	H	20.0	20.0	20.0
T22	4	232.73	5.10	AH	20.0	20.0	20.0
T23	4	264.18	5.50	H	22.0	22.0	22.0
T23	4	251.60	5.28	AH	22.0	22.0	22.0

TABELA 3
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência Média

1/2

Média dos valores obtidos
 para cada eixo

Hélice	Desvio Padrão	Média das Potências (cv)	K (Ws ³ /m ⁵)	Rotação (rpm)
D14	0.01	0.07		
D14	0.02	0.04	1.83	1771
D15		0.22		1791
D15			3.75	1788
D16	0.04	0.41		
D16	0.03	0.36	4.69	1784
D17	0.02	0.62		1785
D17	0.02	0.54	4.28	1780
D17	0.05	0.82		1781
D17	0.03	0.70	4.54	1775
D19	0.03	1.01		1776
D19	0.03	0.97	4.02	1770
D20	0.02	1.24		1770
D20	0.03	1.26	3.59	1767
D21	0.02	1.56		1765
D21	0.02	1.57	3.32	1757
D22	0.02	2.01		1752
D22	0.01	2.02	3.09	1749
D23	0.05	2.33		1747
D23	0.04	2.21	2.95	1736
V14	0.02	0.31		1741
V14	0.03	0.24	1.13	1725
V15	0.02	0.54		1725
V15	0.02	0.56	1.37	1721
V16	0.02	0.92		1720
V16	0.03	0.84	1.68	1724
V17	0.06	1.30		1725
V17	0.04	1.25	1.76	1764
V18	0.05	1.75		1765
V18	0.04	1.68	1.78	1753
				1753

TABELA 3
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO
Cálculo da Potência Média

Hélice	Desvio Padrão	Média das Potências	K (Ws ³ /m ⁵)	Rotação (rpm)
V19	0.02	2.22		
V19	0.04	2.17	1.74	1740
V20	0.08	2.86		1742
V20	0.07	2.66	1.76	1721
V21		3.44		1721
V21			1.71	1677
V22	0.03	4.01		
V22	0.17	3.64	1.63	1622
V23	0.12	4.00		1684
V23	0.22	4.17	1.54	1629
T14	0.02	0.83		1653
T14	0.02	0.78	0.19	1775
T15	0.04	1.22		1775
T15	0.05	1.19	0.21	1767
T16		1.52		1766
T16			0.23	1755
T17	0.04	2.16		
T17	0.06	2.12	0.24	1742
T18	0.11	2.96		1744
T18	0.11	2.71	0.22	1722
T19	0.01	3.62		1726
T19	0.10	3.20	0.27	1692
T20	0.10	4.16		1707
T20	0.10	3.87	0.29	1662
T21	0.14	4.73		1677
T21	0.04	4.44	0.30	1616
T22	0.12	5.08		1651
T22	0.18	4.91	0.30	1552
T23	0.12	5.52		1562
T23	0.25	5.32	0.31	1487
				1512

TABELA 4
TESTE MISTURADOR VERTICAL RÁPIDO

1/1

Valores significativos das
 Médias das Potências.

Hélice	B'	Potência (cv)	K' (Ws ³ /m ⁵)	Rotas (rpm)	
1 D16	4.66	0.41	0.24	1784	
2 D17		0.62	0.27	1780	
3 D18		0.82	0.28	1775	
4 D19		1.01	0.27	1770	
5 D20		1.24	0.26	1767	
6 D21		1.56	0.27	1757	
7 D22		2.01	0.28	1747	
8 D23		2.33	0.27	1736	
1 V16	5.04	0.92	1.08	1774	
2 V17		1.30	1.15	1764	
3 V18		1.75	1.18	1753	
4 V19		2.22	1.17	1740	
5 V20		2.86	1.20	1721	
1 T14		4.96	0.83	1.64	1755
2 T15			1.22	1.33	1767
3 T16			1.62*	1.20	1755**
4 T17			2.16	1.72	1742
5 T18	2.96		1.84	1722	

* valor tirado do gráfico

** média dos valores anterior e posterior

GRÁFICO I

POTÊNCIA x COMPRIMENTO DO EIXO

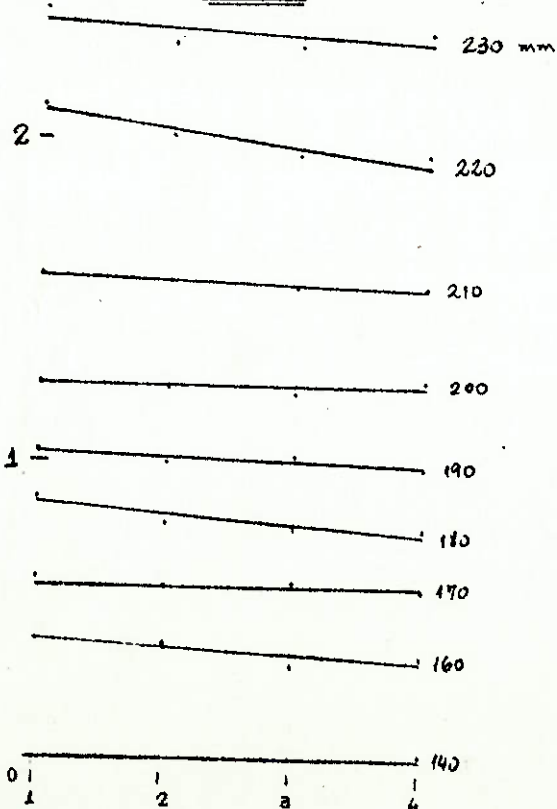
I.1/6

$P(\text{cv})$ ↑

$P = f(\text{Compr. de eixo})$

diam. hélice = cte
inclin. paí = cte

$\alpha = 10^\circ$



obs: eixo 1 → + longo

eixo 4 → + curto

→
Compr.
de eixo

P (cv) ↑

I.2/6

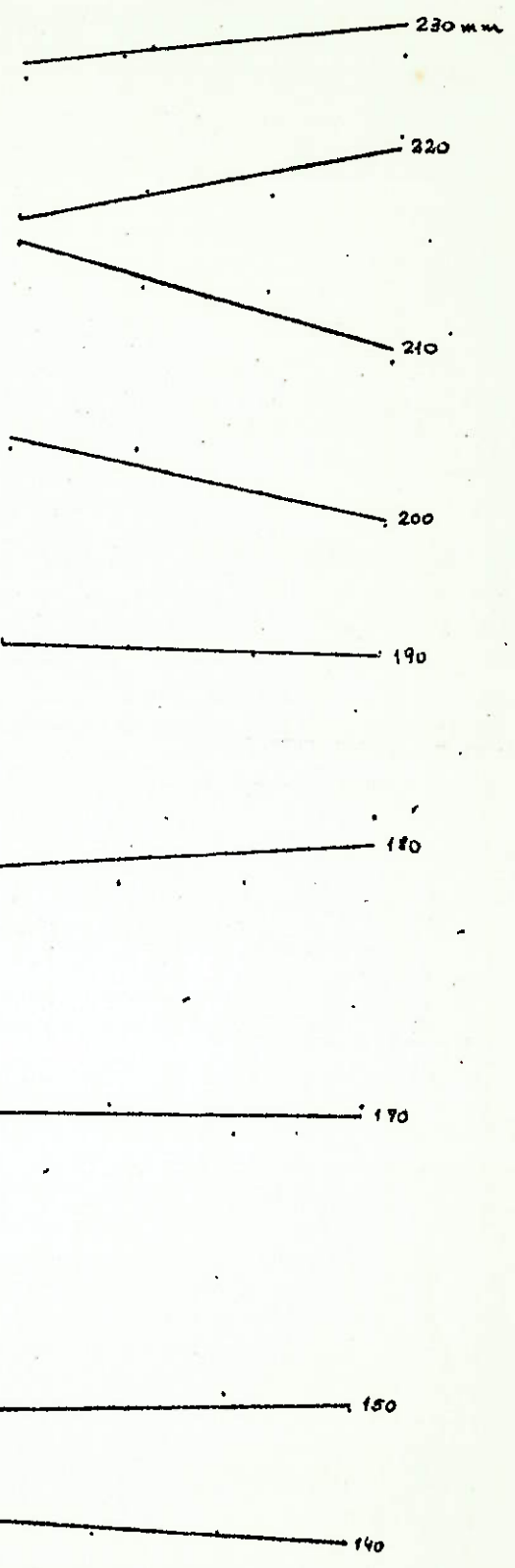
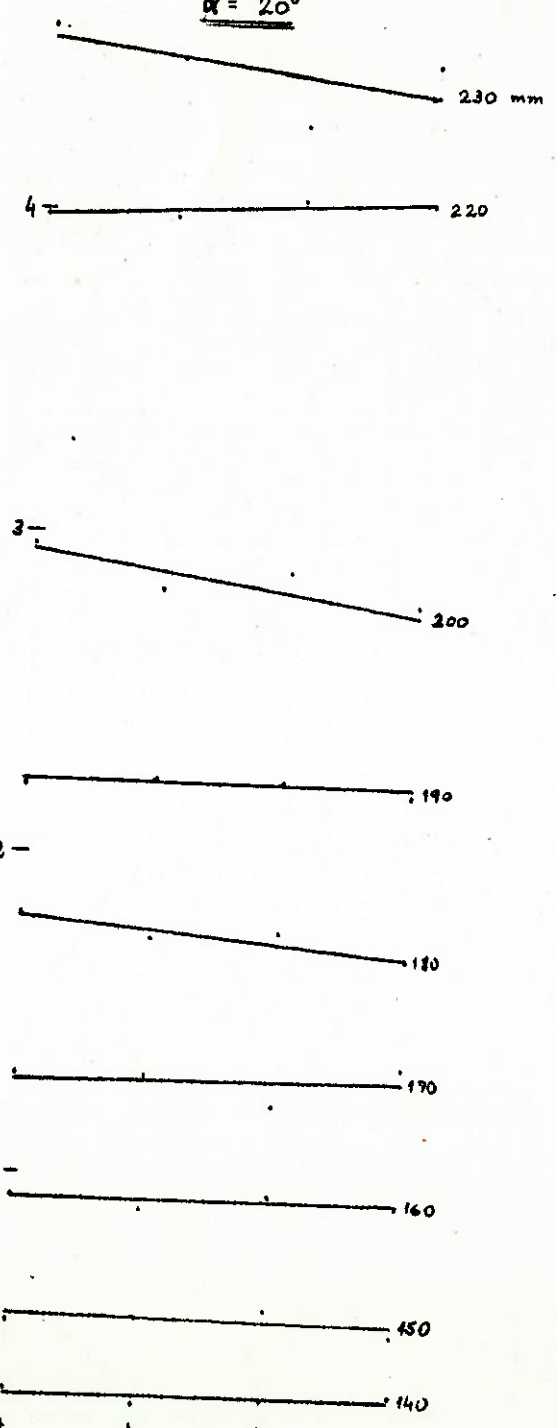
$\alpha = 30^\circ$

$P = f(\text{Compr. de eixo})$

5-

diam hélice = cte
inclin. pa = cte

$\alpha = 20^\circ$

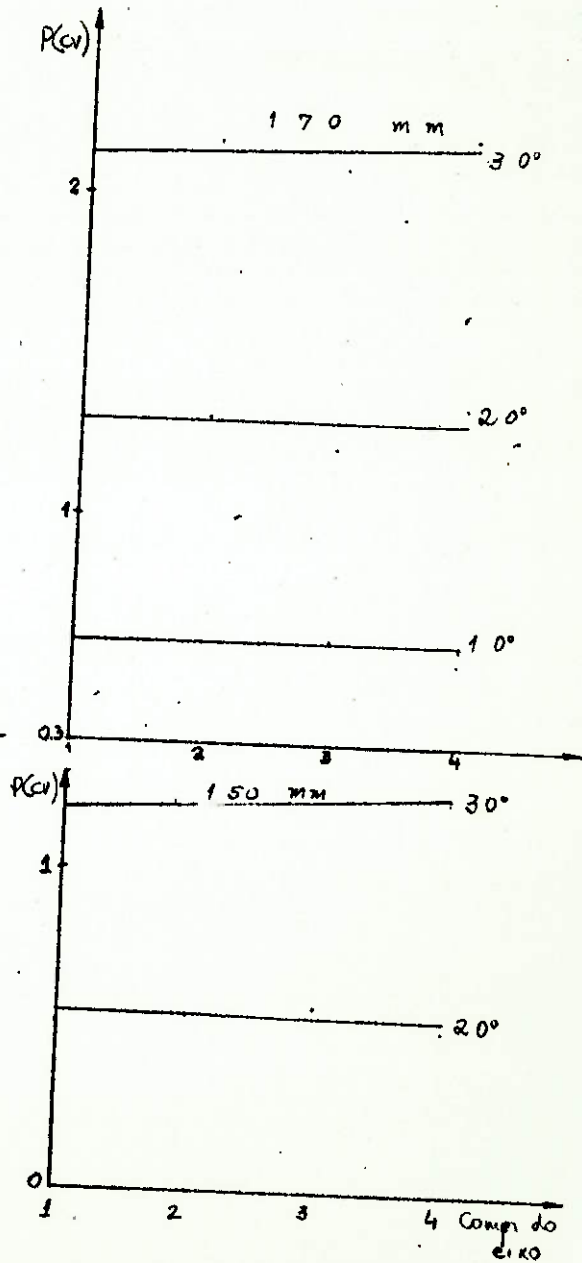
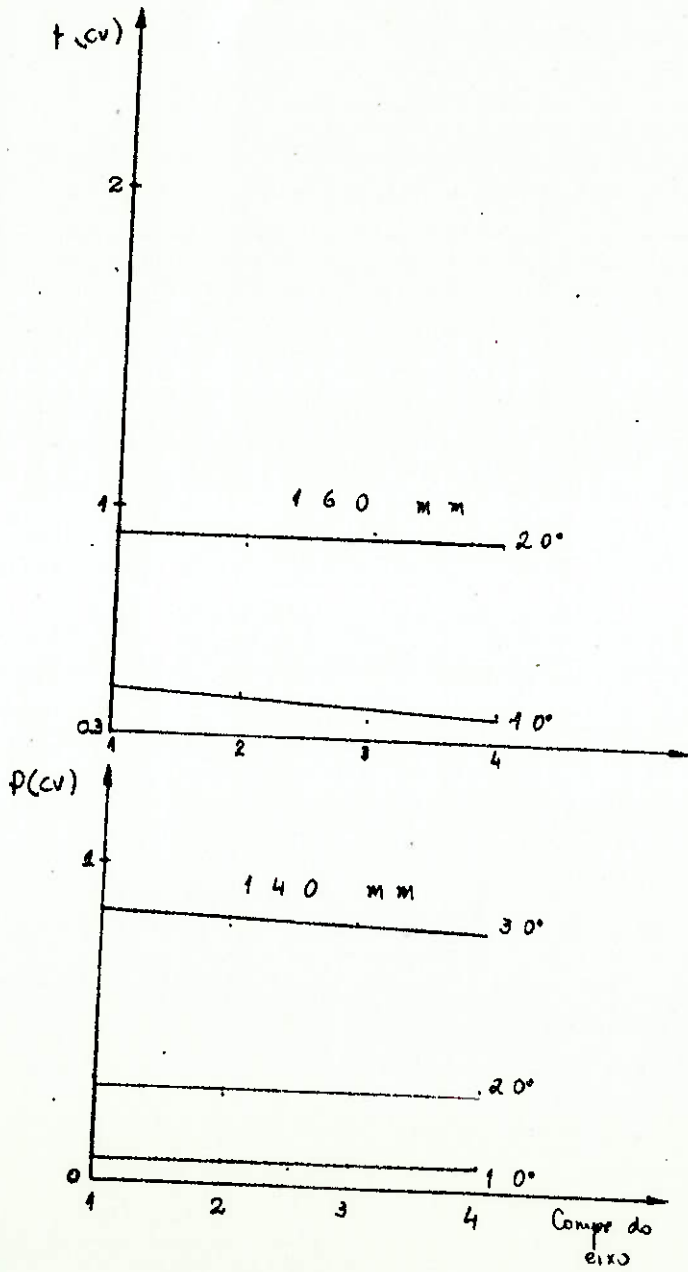


0.2 ↑
1 2 3 4
Compr. de eixo →

1 2 3 4
Compr. de eixo →

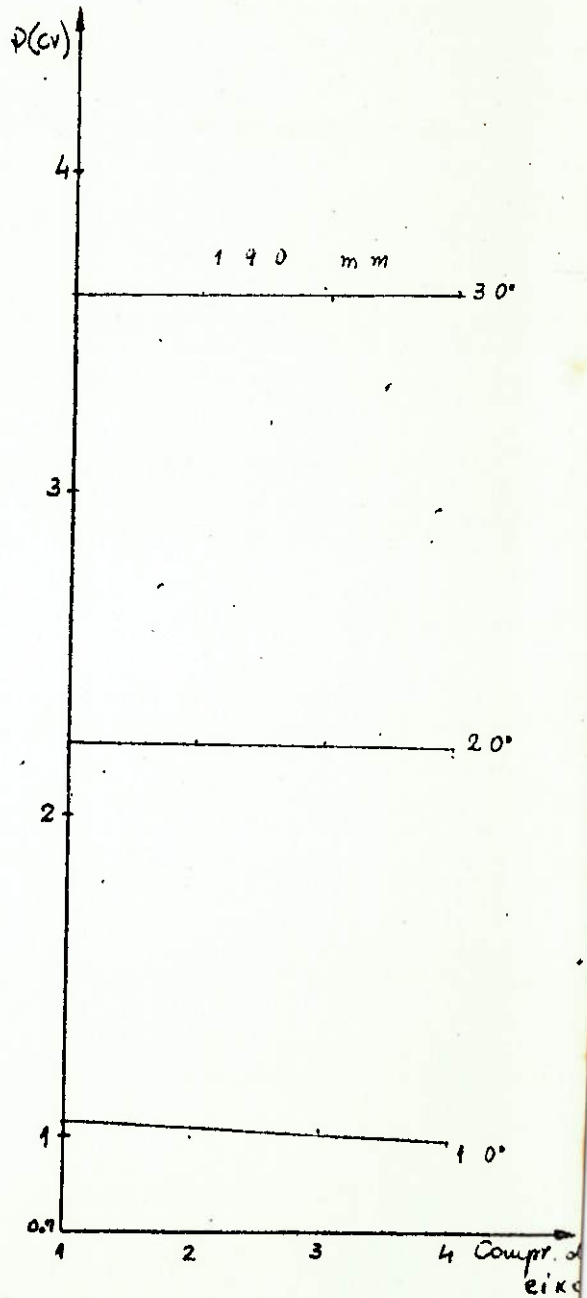
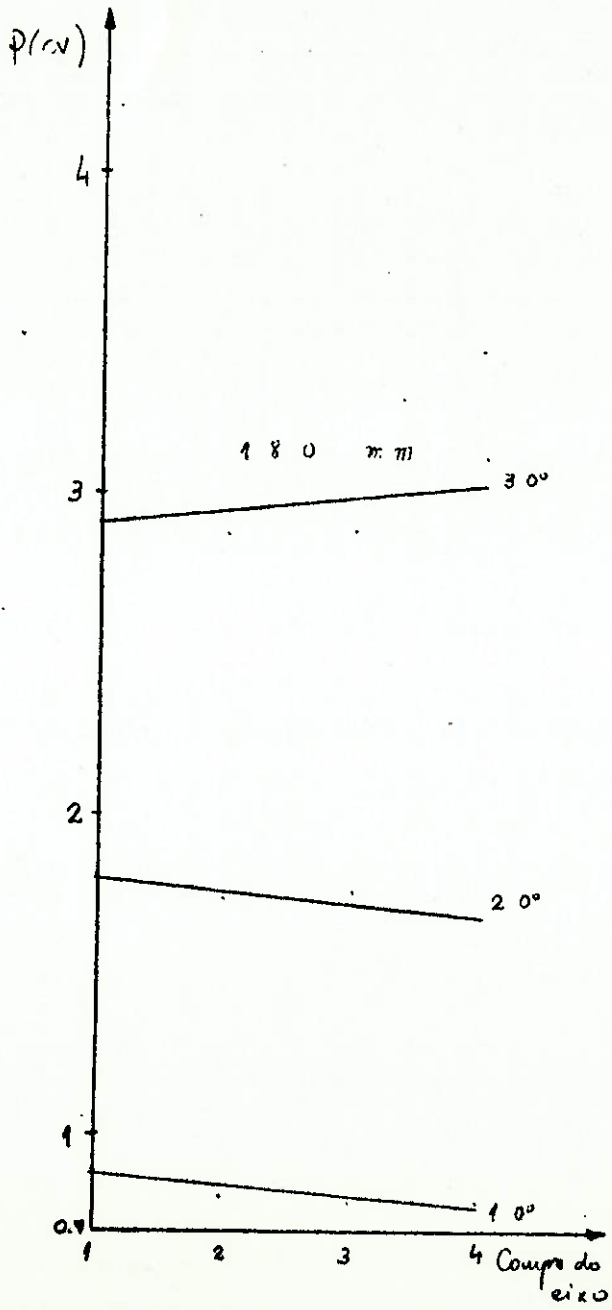
I.3/6

Pot = f(compr de eixo)



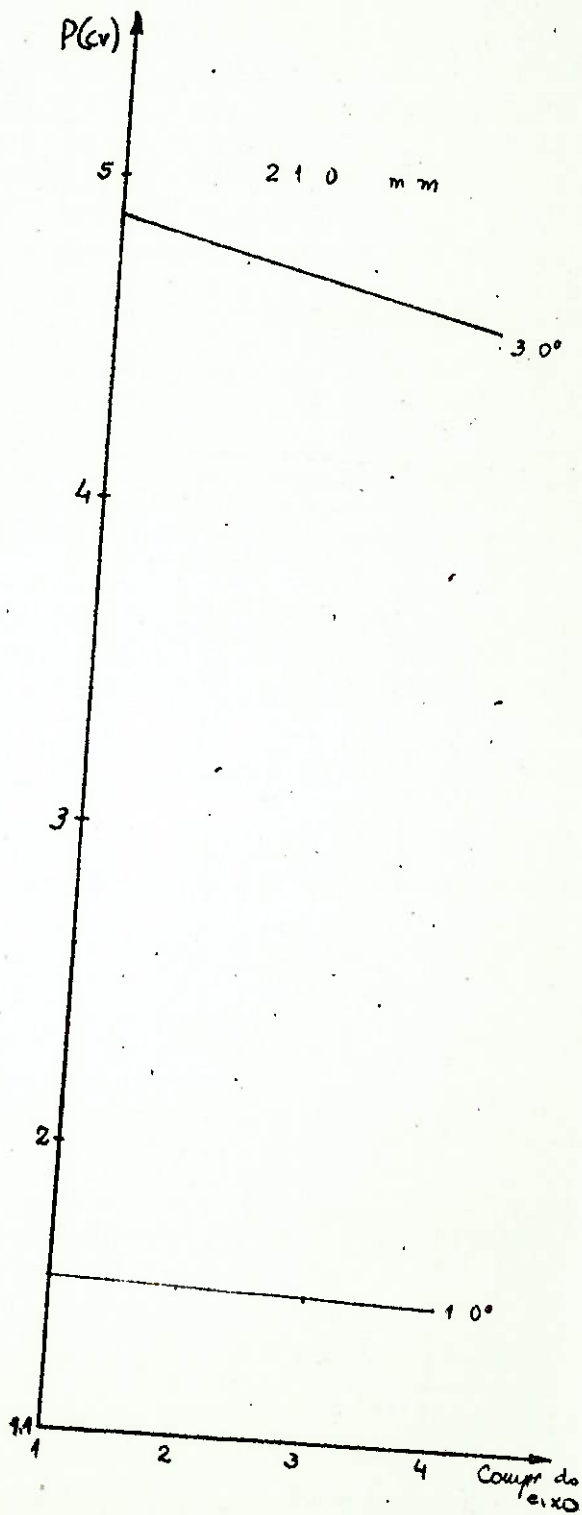
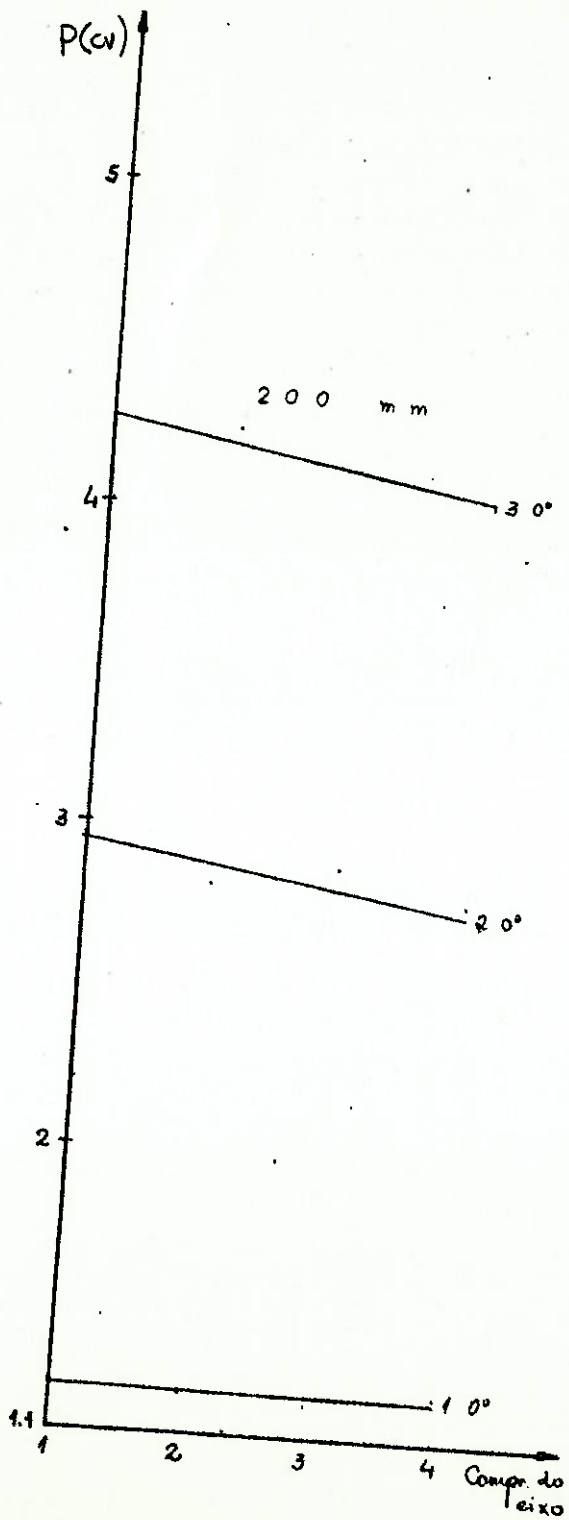
I.4/6

Pot = f (Compr de eixo)



I.5/6

Pot = f (comp. de eixo)



I.6/6

$Pot = f(\text{Compr de eixo})$

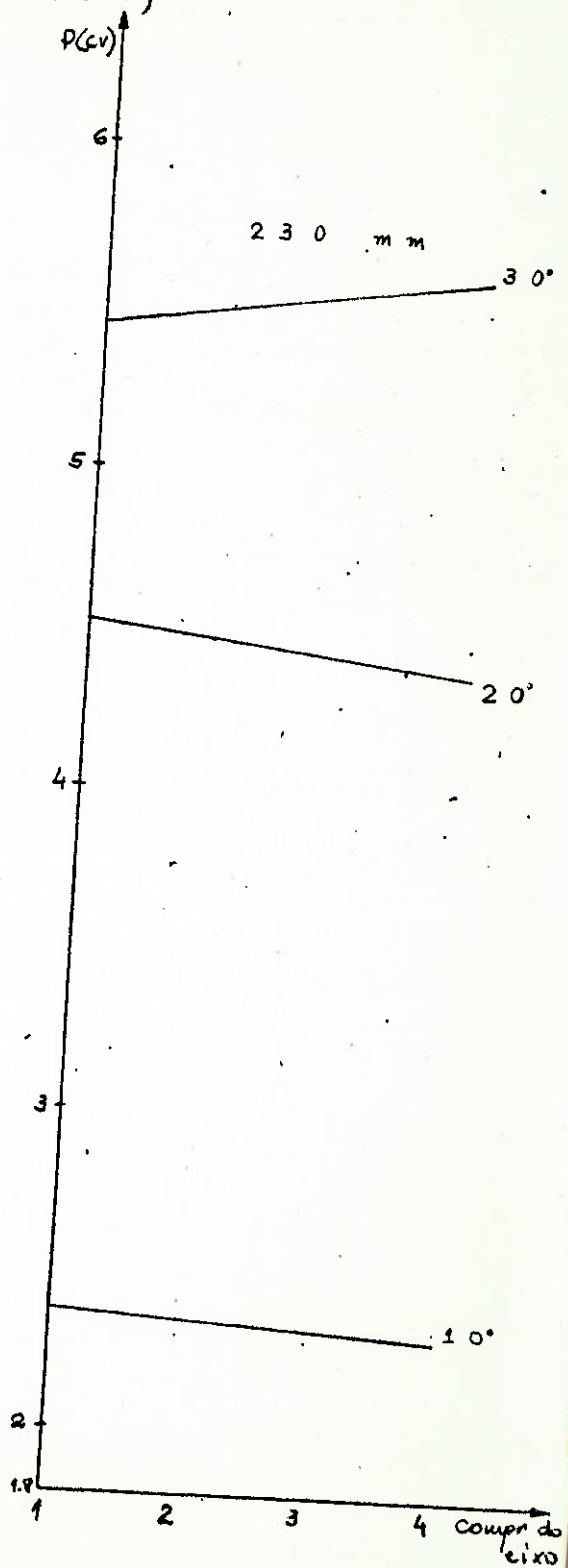
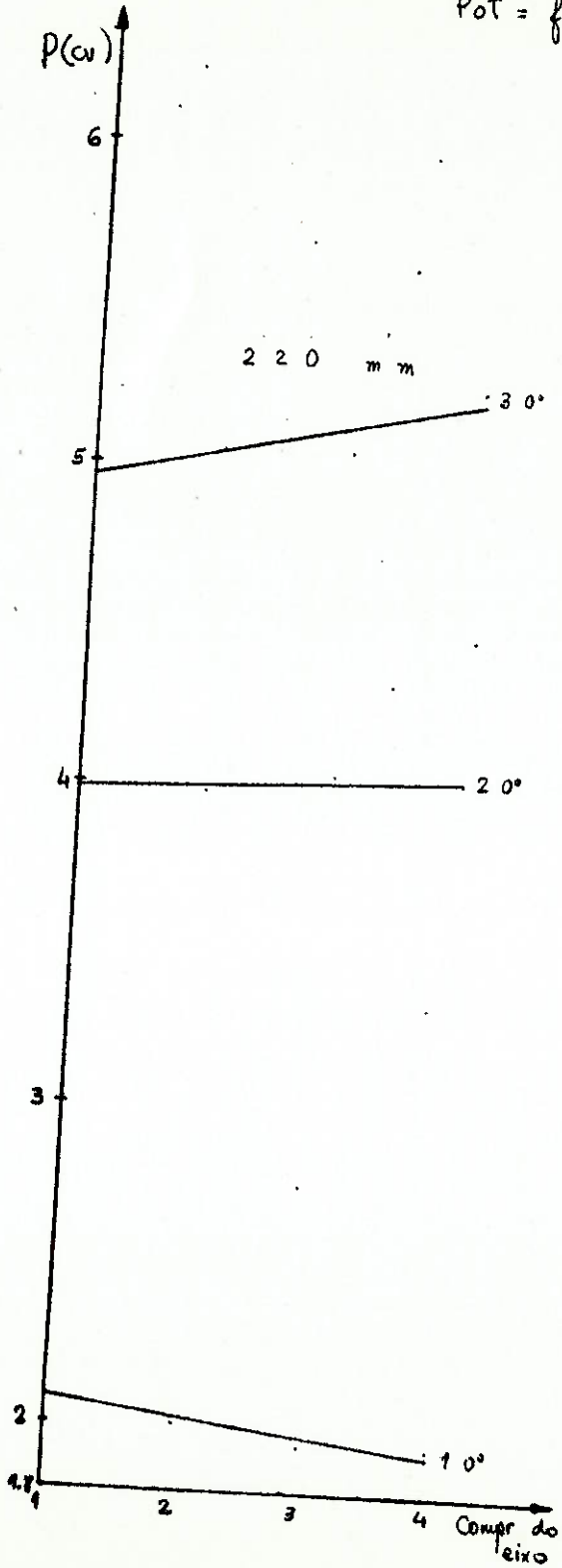
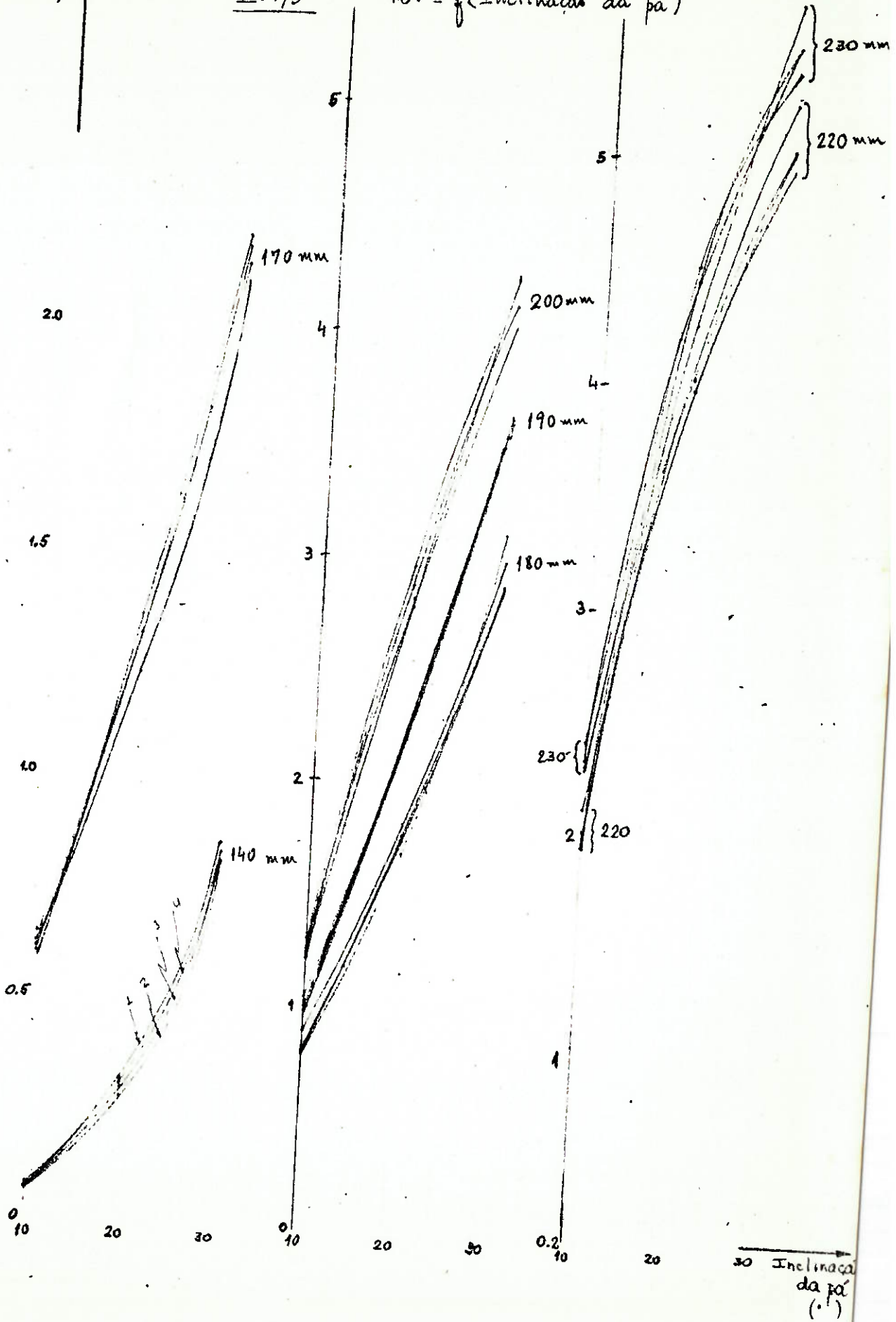


GRÁFICO II
POTÊNCIA x INCLINAÇÃO DA PÁ

$P(cv)$ ↑

II. 1/5

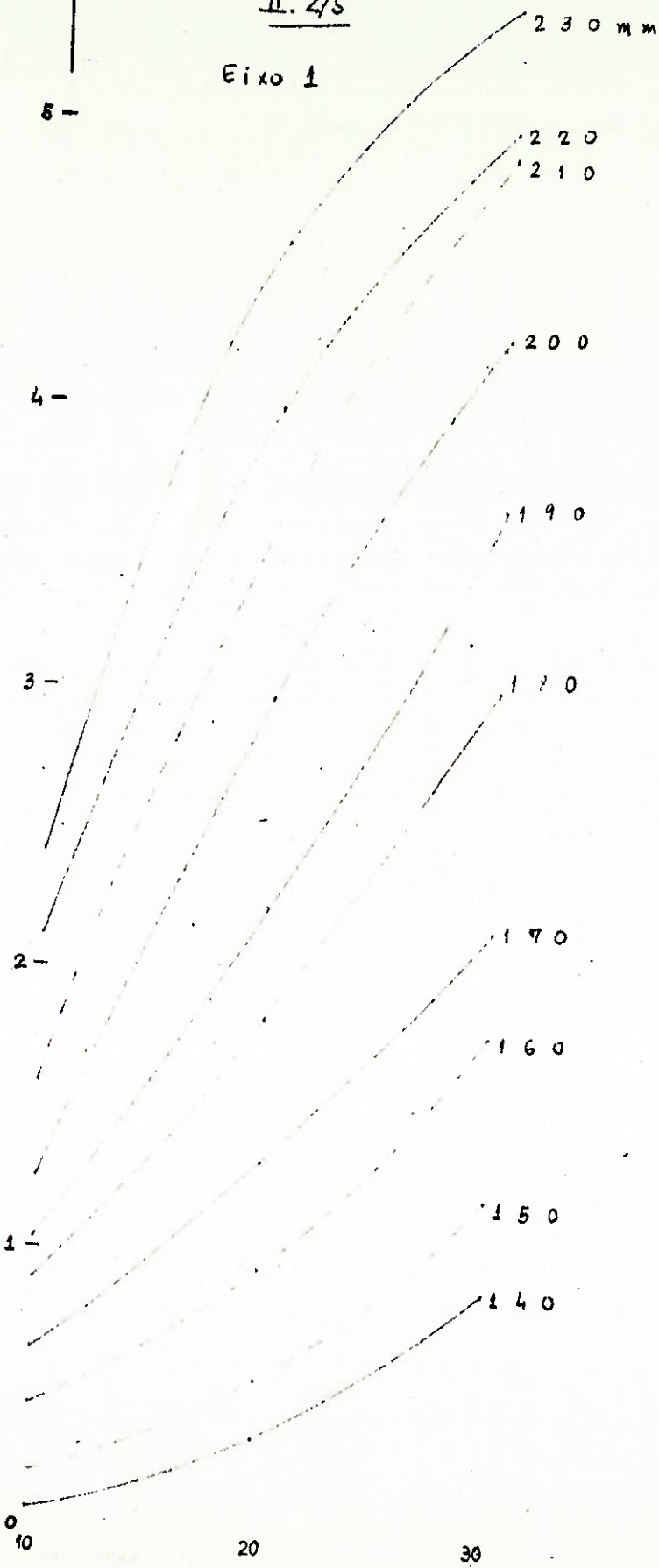
Pot = f(Inclinação da pá)



P(cv)

II. 2/5

Eixo 1



Pot. = f(Inclin. da paí)

Inclinação da paí (°)

P'(cv)

II.3/5

Eixo 2

230 mm

220

210

200

190

180

170

160

150

140

Pot. = f(Inclin. da pd)

5-

4-

3-

2-

1-

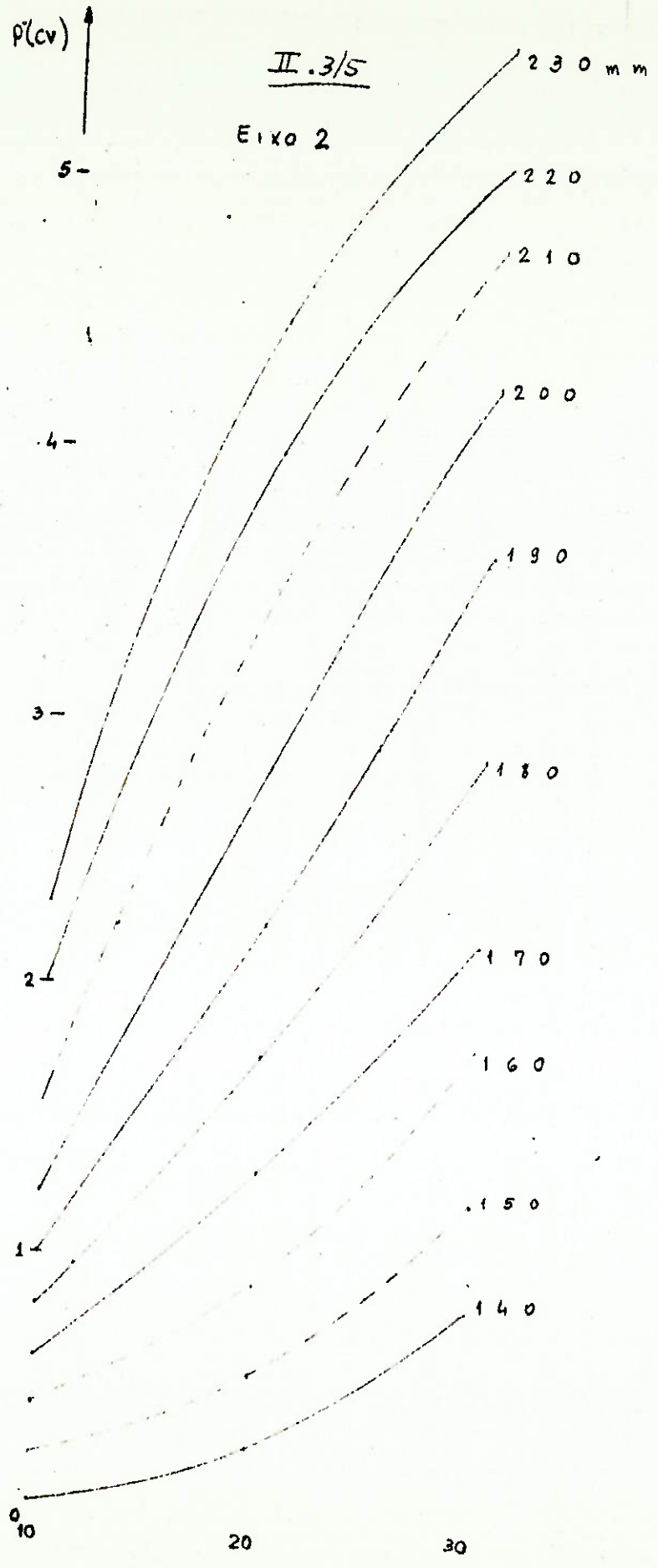
0

10

20

30

Inclinação da pd (°)



P(cv)

II.4/5

Eixo 3

230 mm

220

210

Pot. = f(Inclin. da pa)

200

190

180

170

150

140

Inclinação da pa (°)

5-
1
4-
3-
2-
1-
0

20

30

10

0

P(cv) ↑
5-

II.5/5

Eixo 4

230 mm

220

Pot. = f(Inclin. da pã)

4-

210

200

3-

190

180

2-

170

1-

150

140

0

20

30

Inclinação da pã ↓

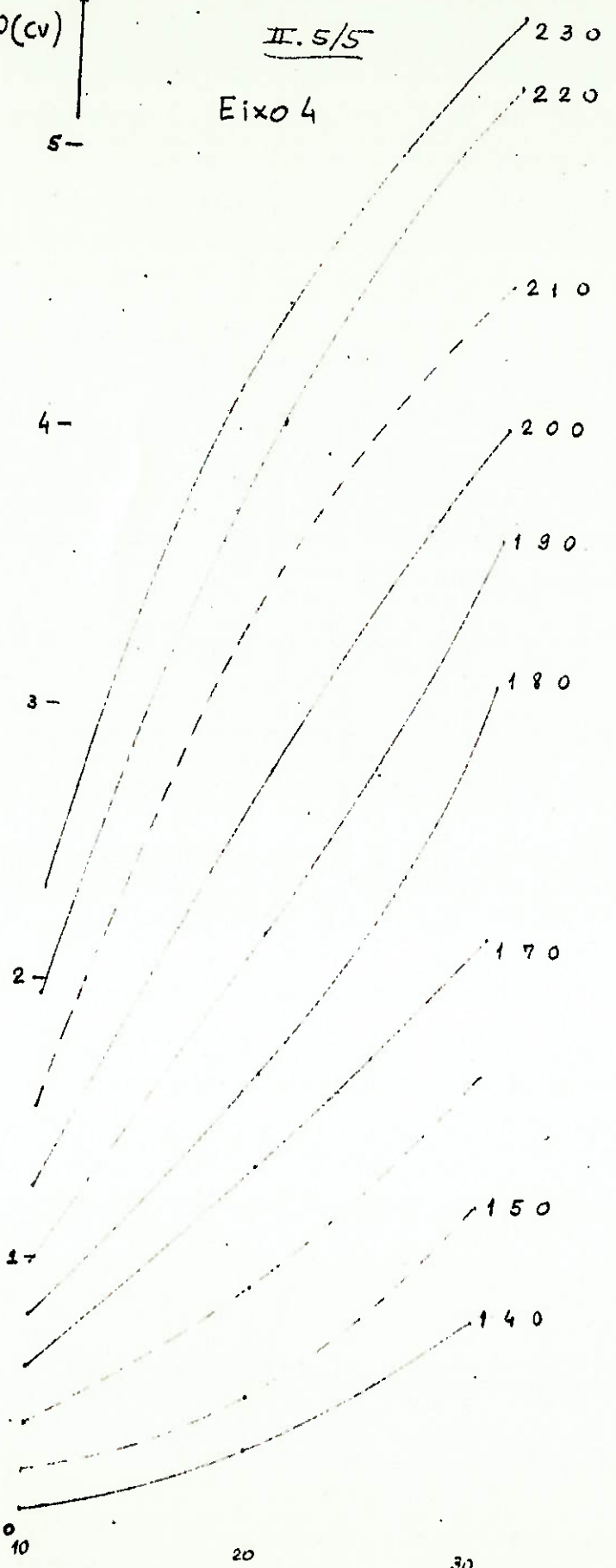
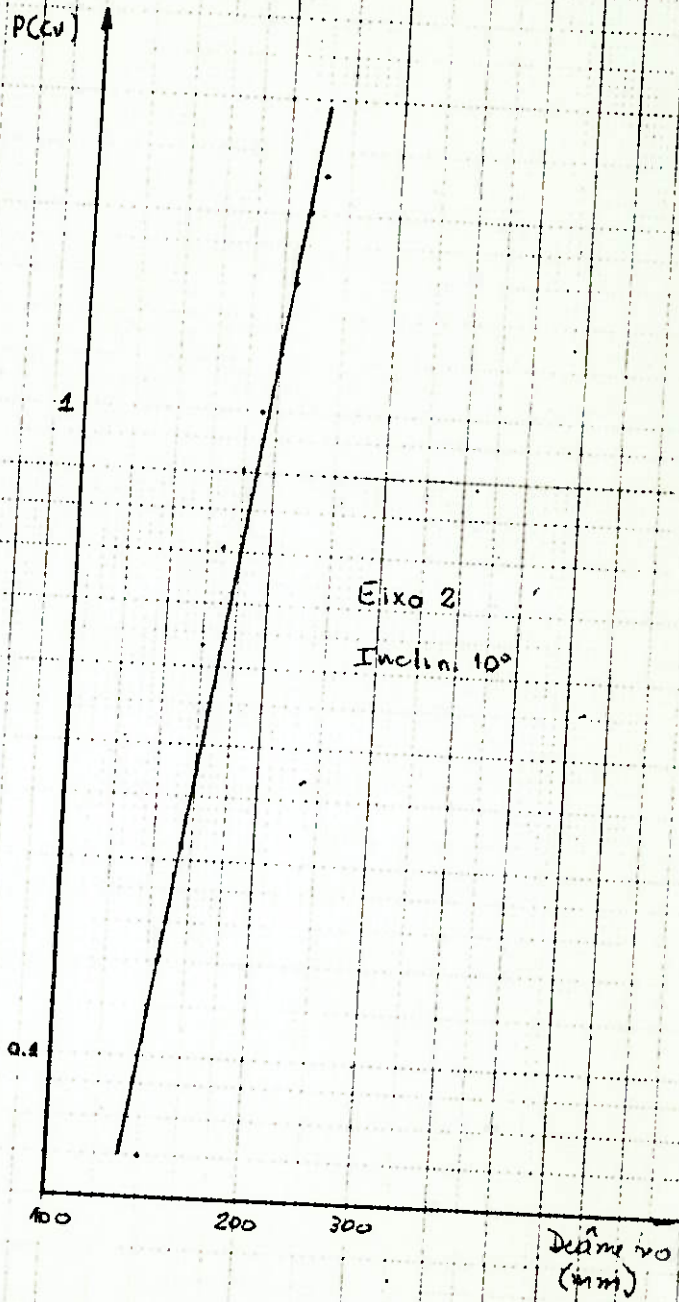
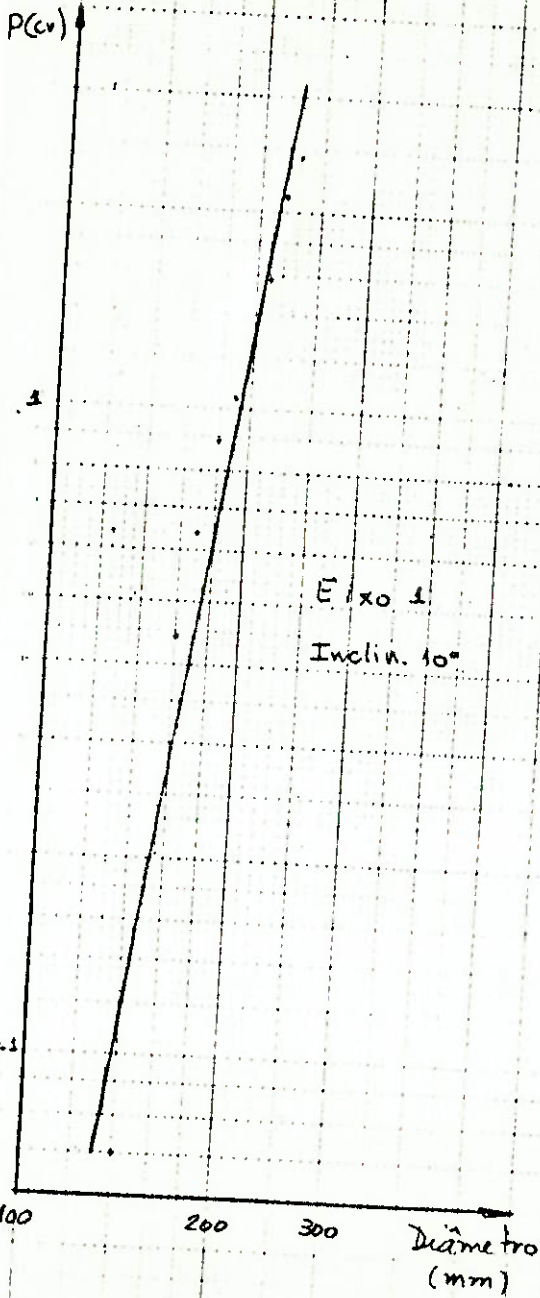


GRÁFICO III

POTÊNCIA x DIÂMETRO DO ROTOR

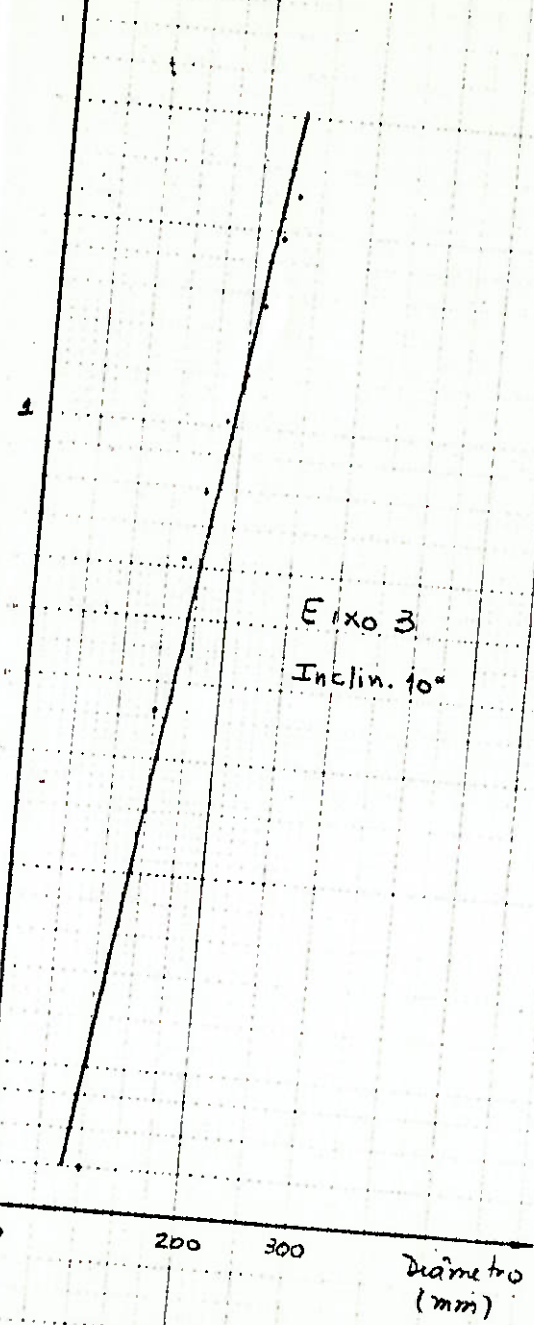
III. 1/11

$Pot = f(\text{Diámetro da Hélice})$

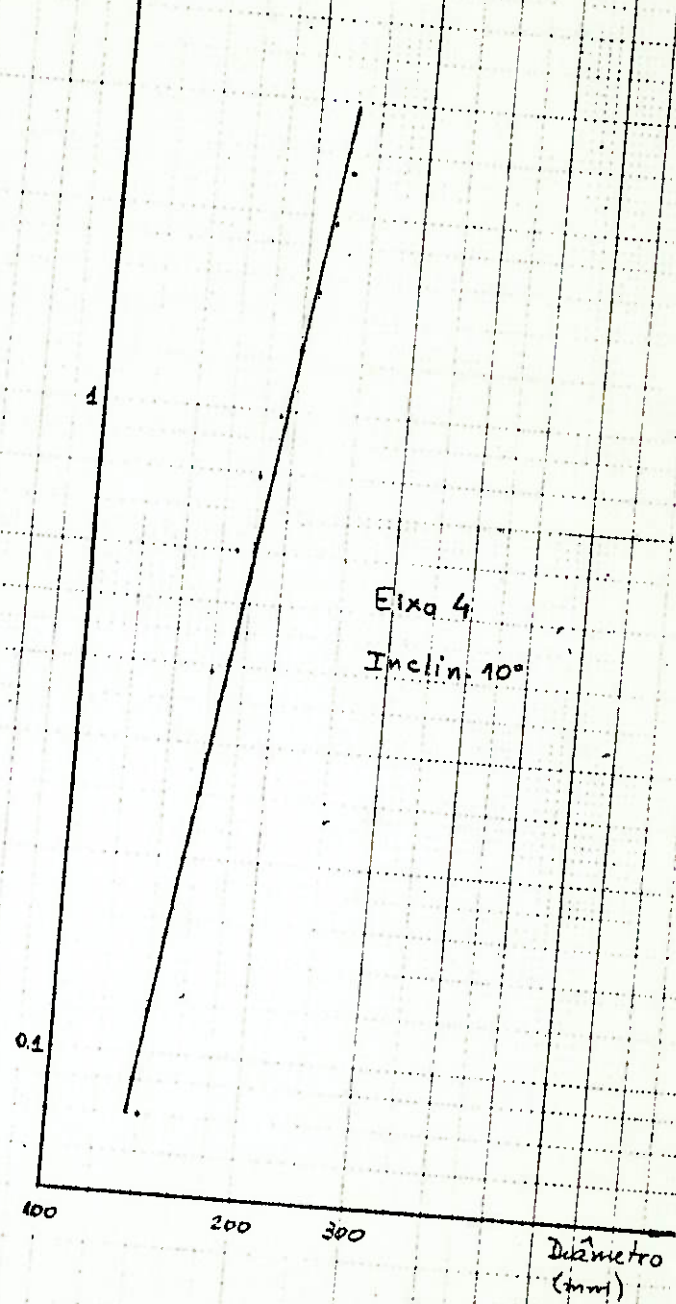


$Pot = f(\text{Diâmetro da Hélice})$

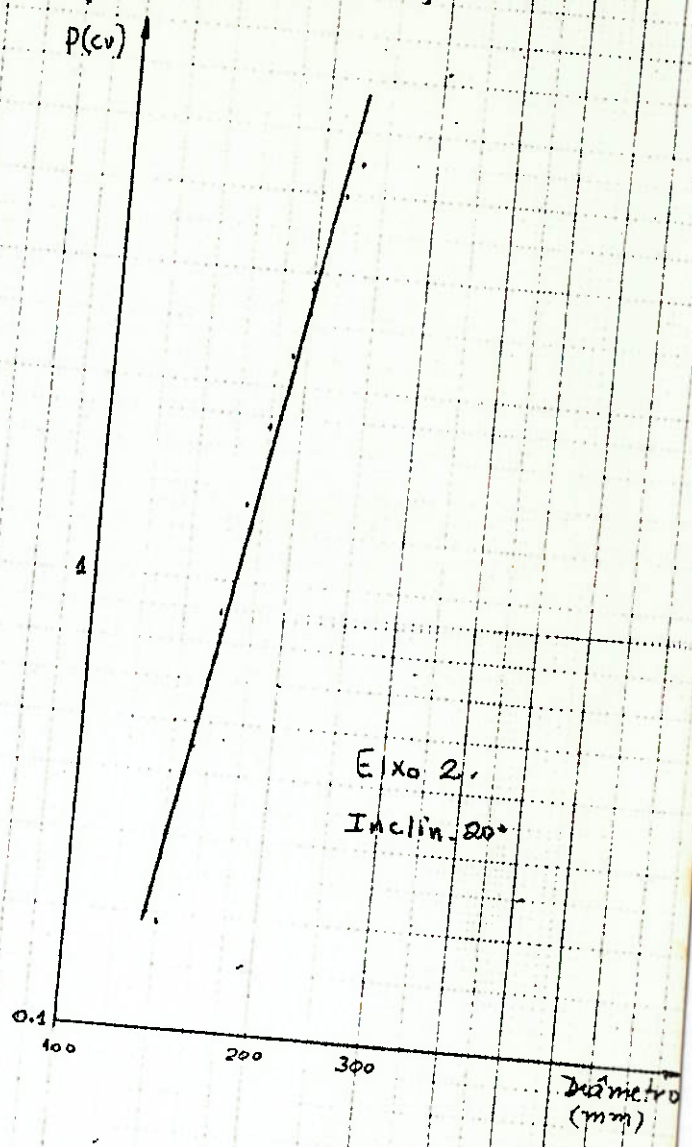
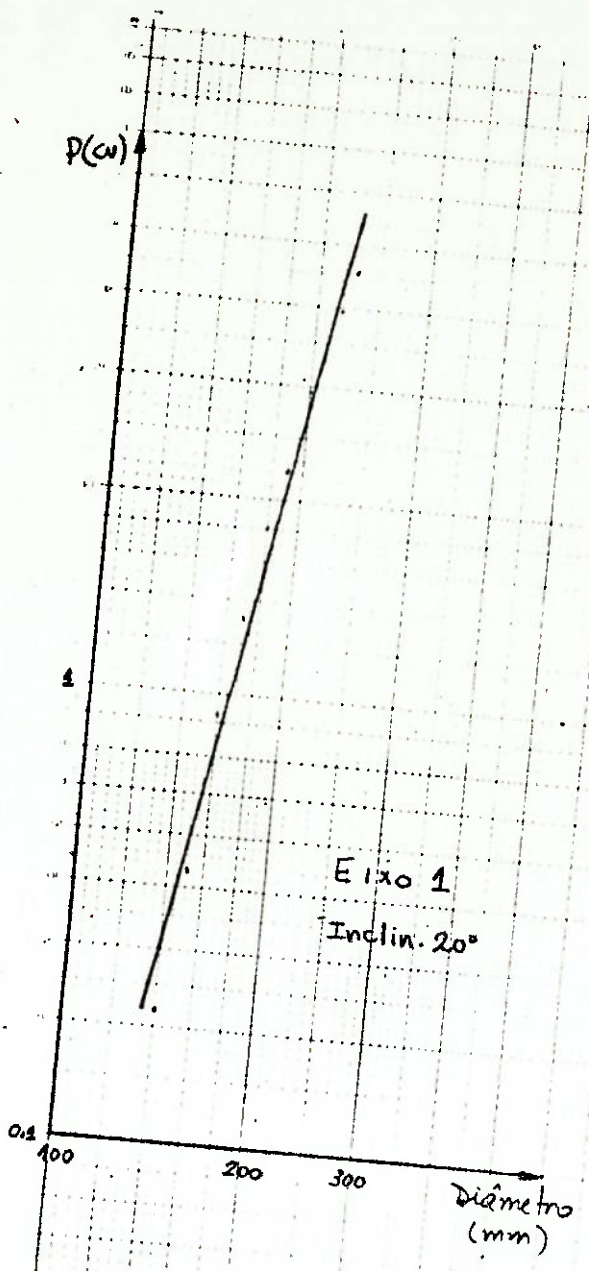
P(cv)



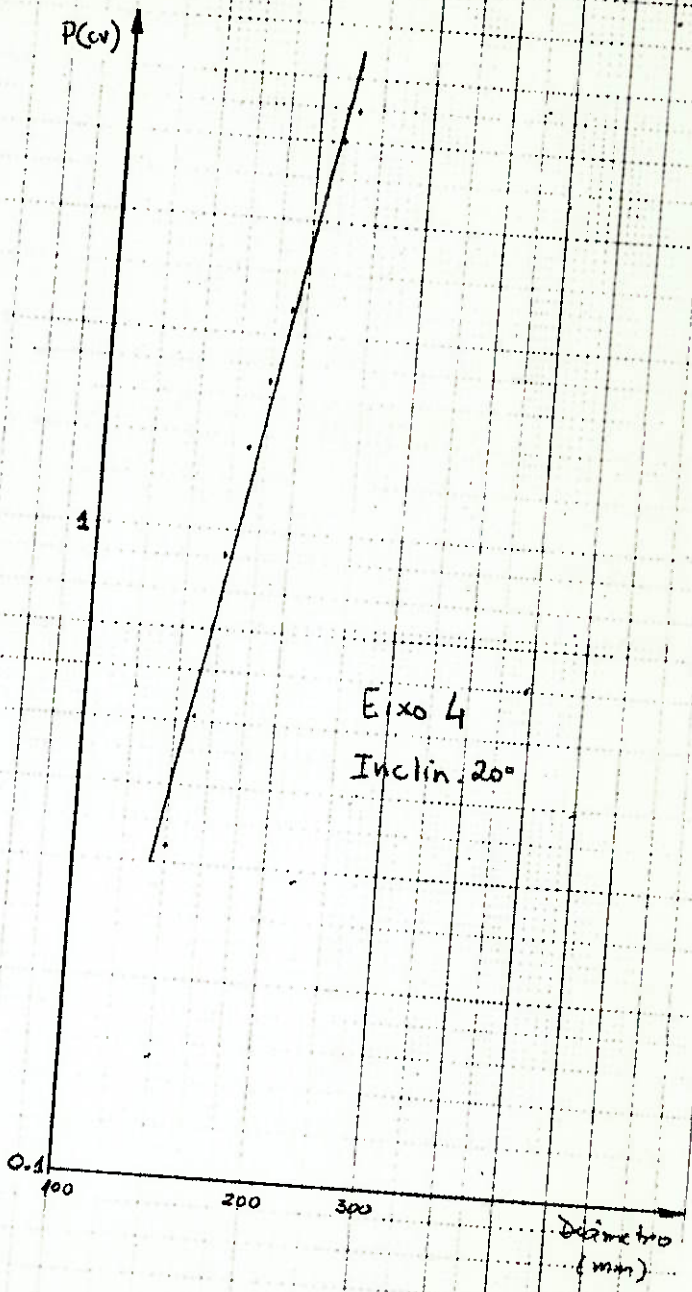
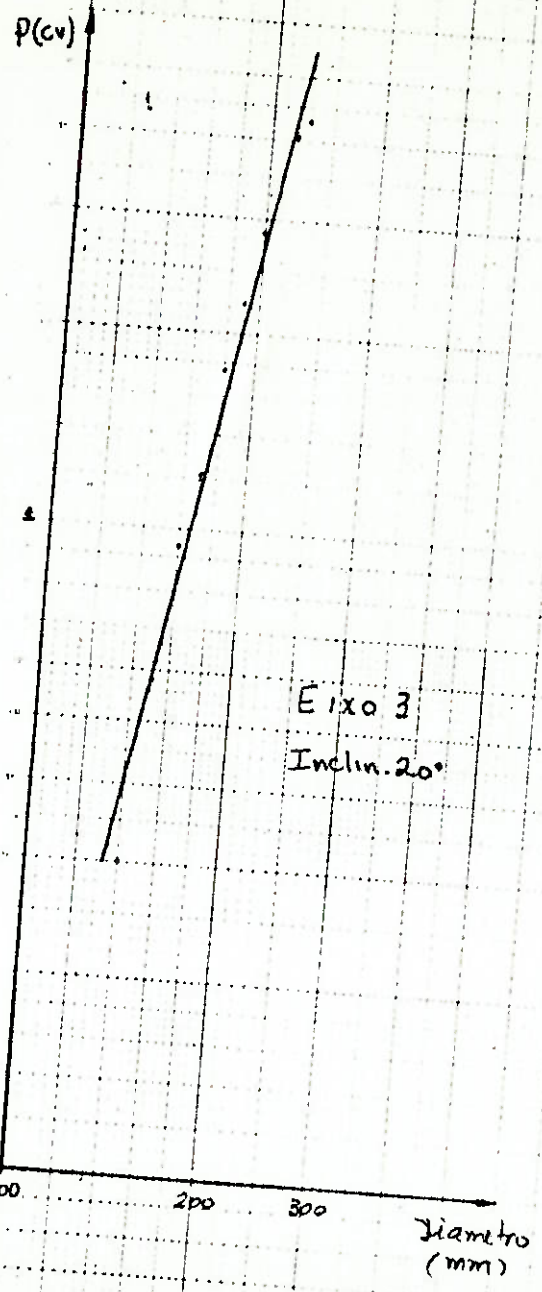
P(cv)



Pot = f (Diâmetro do Hélice)

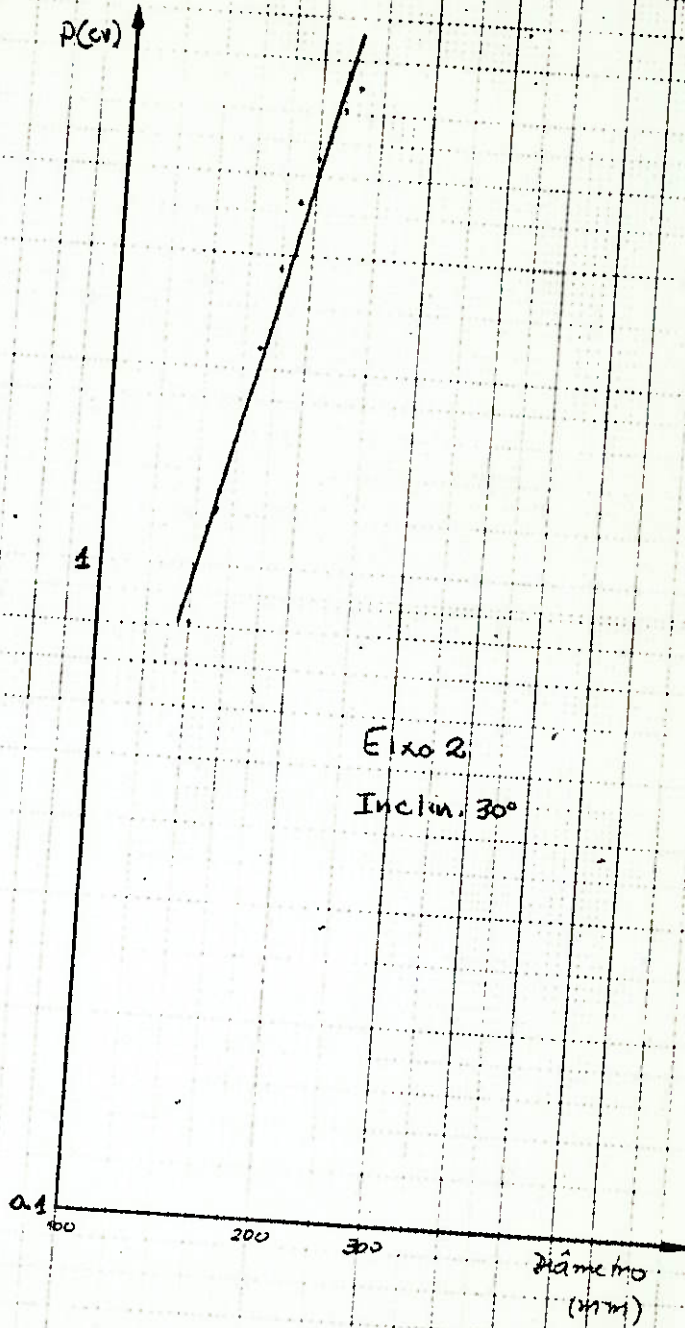
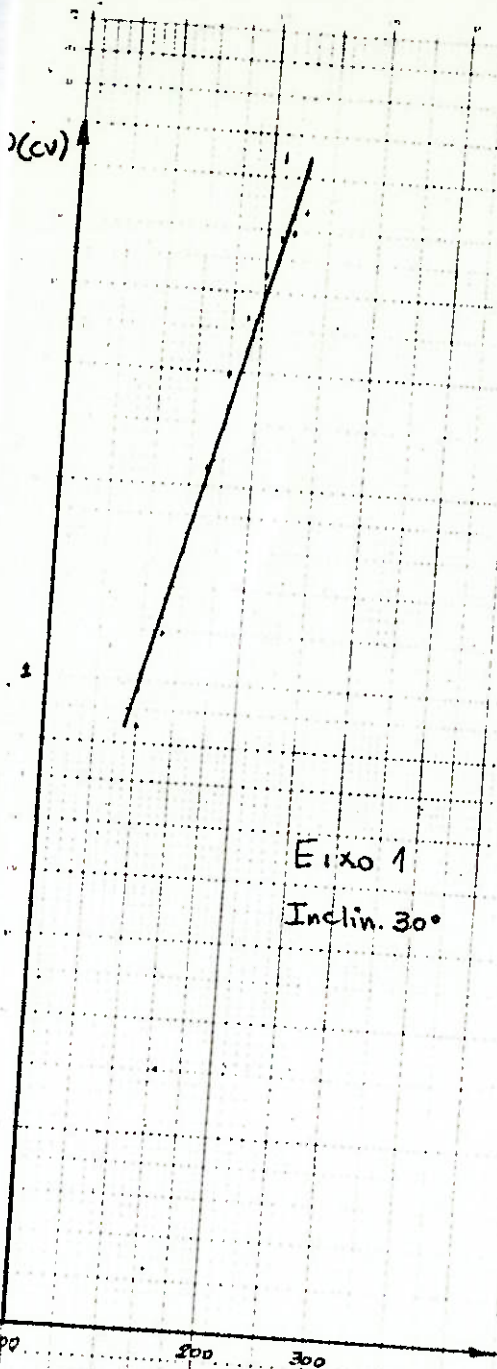


Pot = f (diâmetro do Hélice)



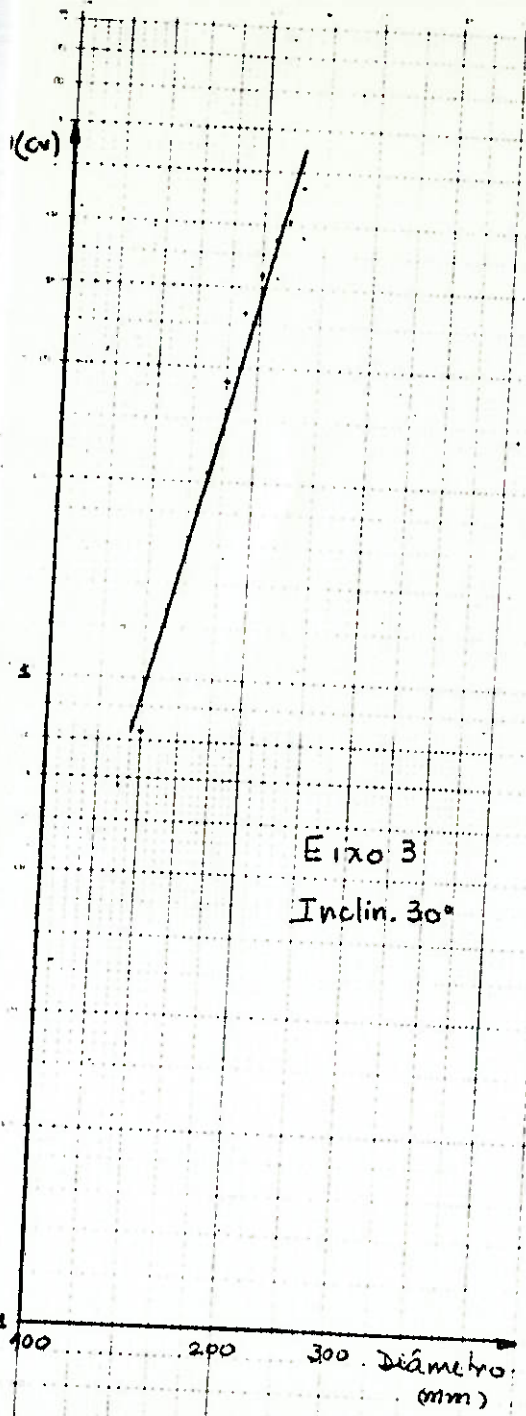
III. 5/11

$$Pot = f(\text{Diâmetro da Hélice})$$

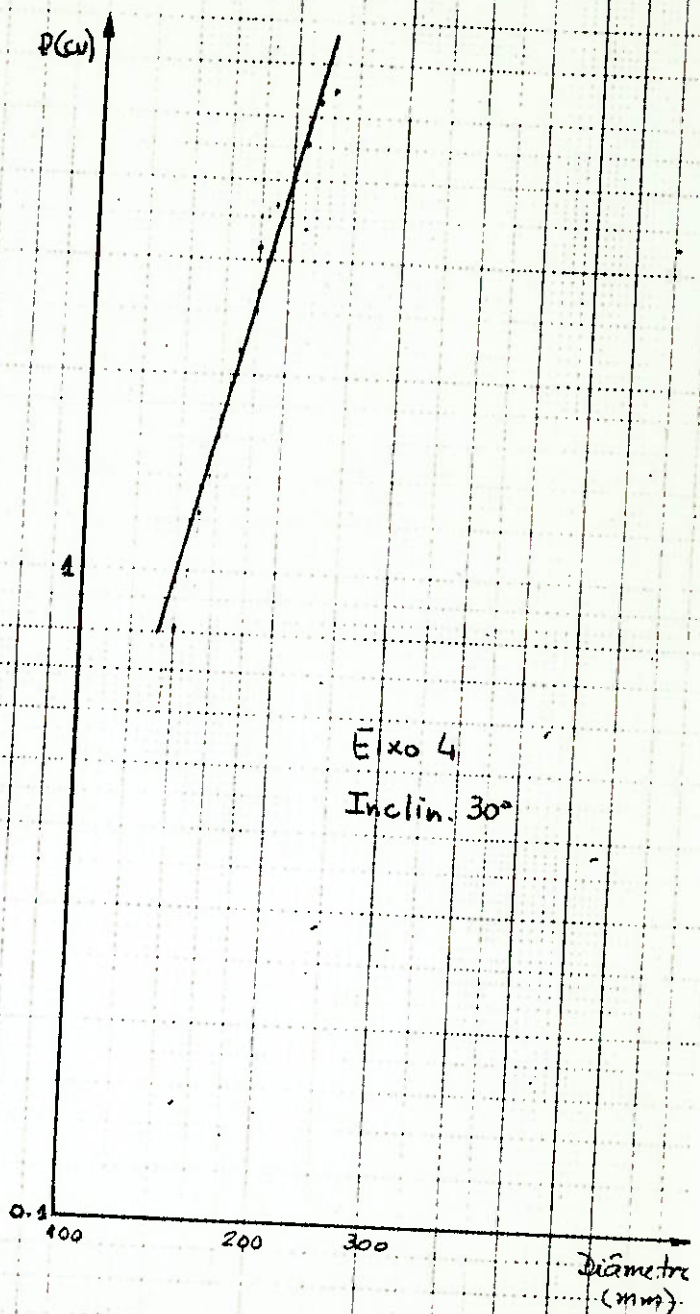


III. 6/11

$$Pot = f(\text{Diâmetro do Hélice})$$



Eixo 3
Inclin. 30°



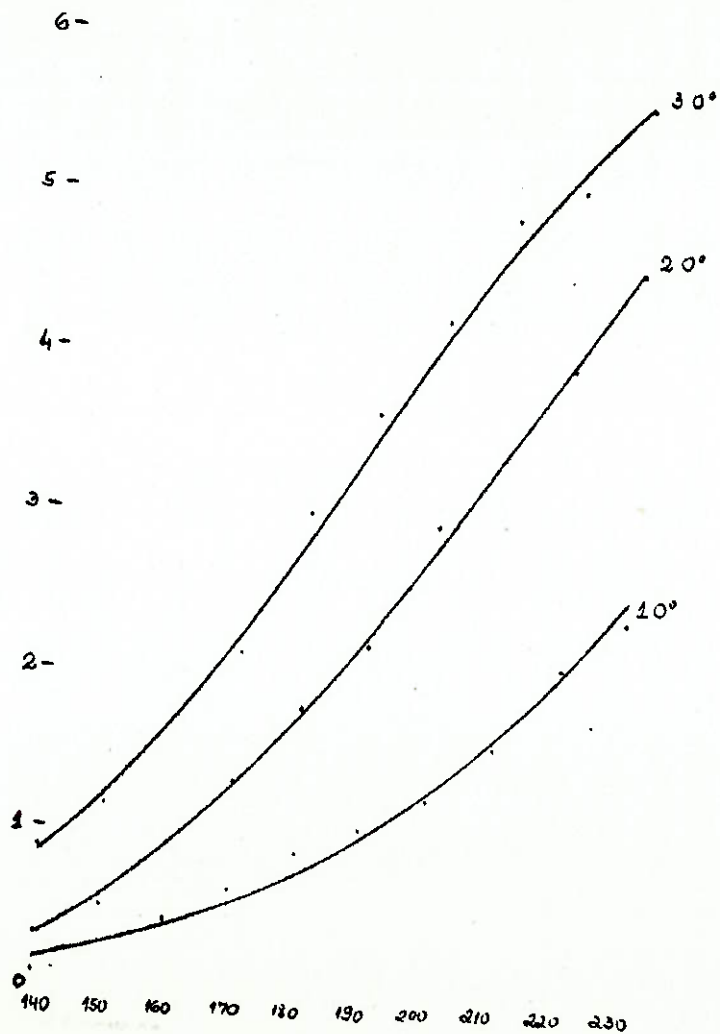
Eixo 4
Inclin. 30°

P(cv) ↑

III. 7/11

Potência x Diâmetro do hélice

Eixo 1



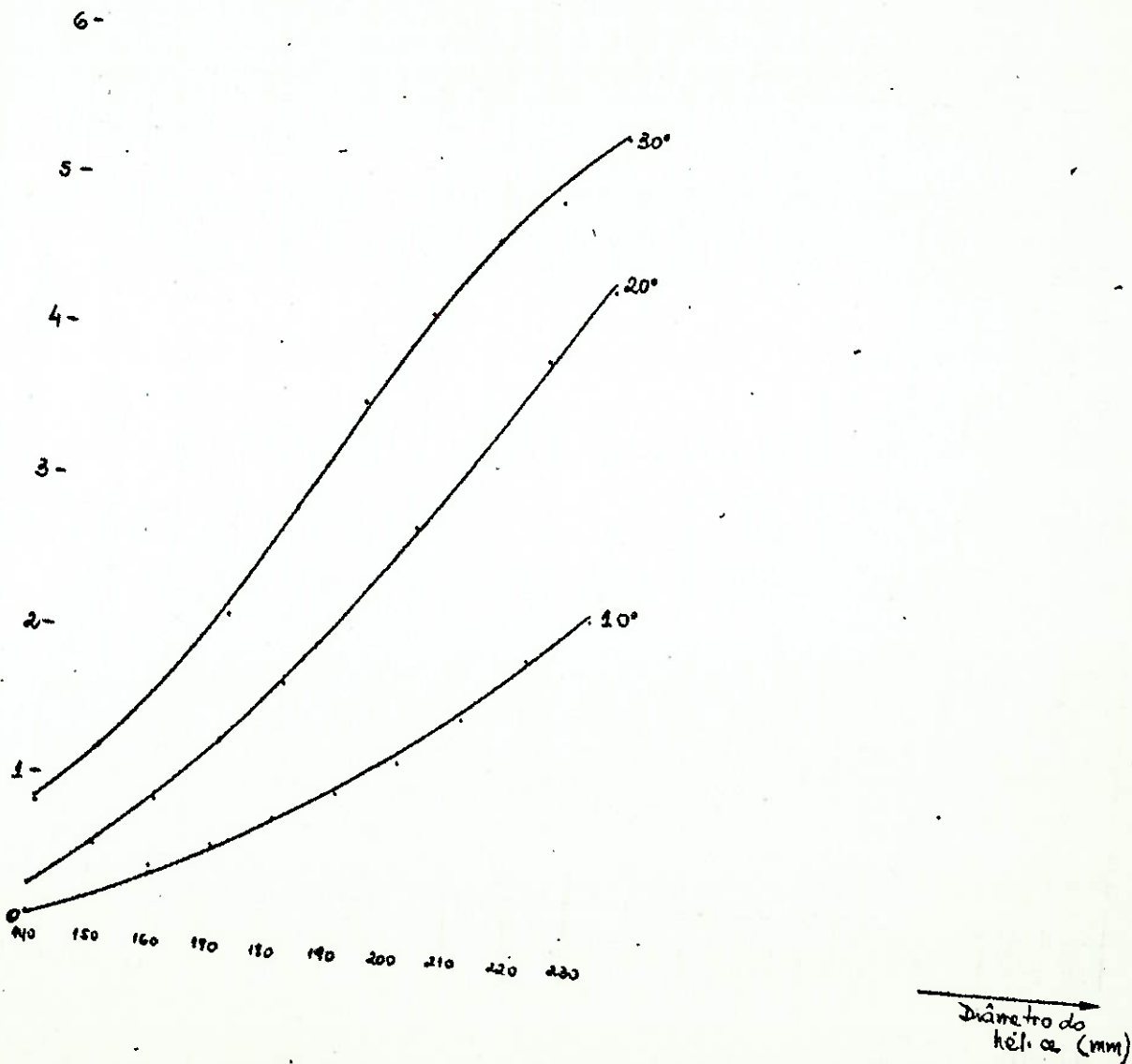
→ Diâmetro (mm) do hélice.

$P(\text{cv})$

III. 8/11

Potência x Diâmetro da hélice

Eixo 2

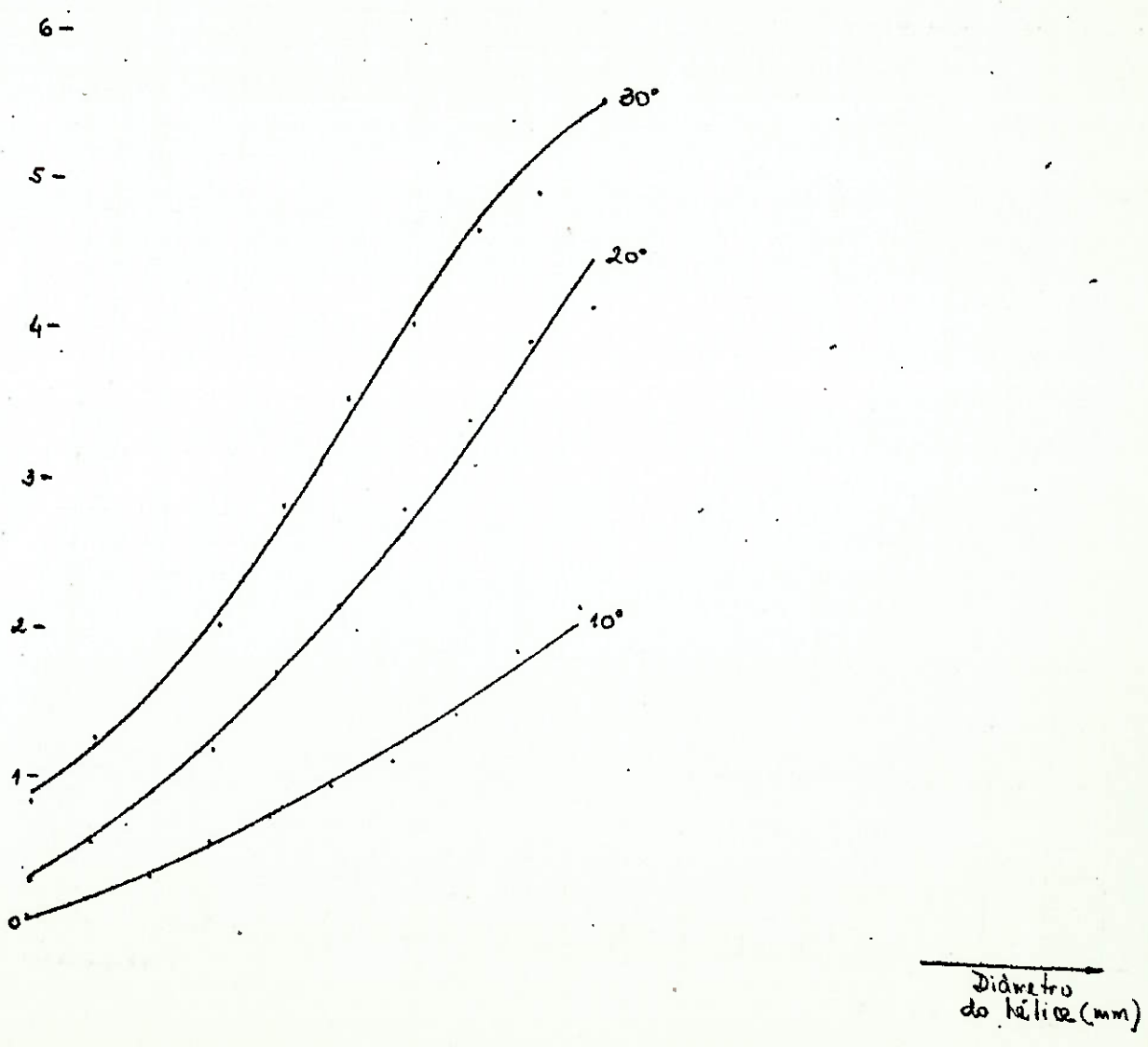


$P(\omega)$

III. 9/11

Potência x Diâmetro do hélice

Eixo 3

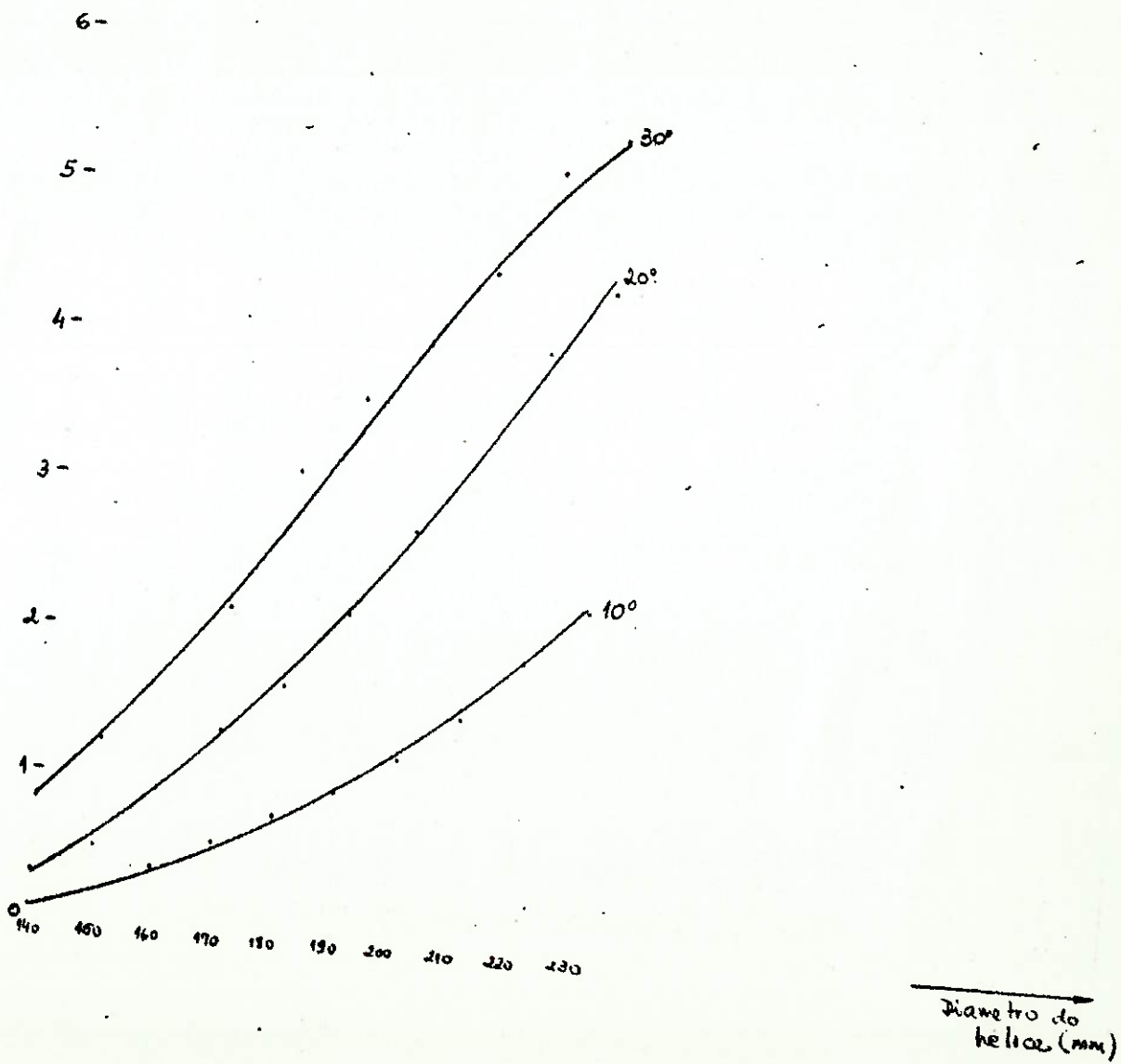


$P(\text{cv})$ ↑

III.10/11

Potência x Diâmetro do hélice

Eixo 4



P(cv)

III-11/11

Potência x Diâmetro do hélice

Média dos valores
obtidos para cada eixo.

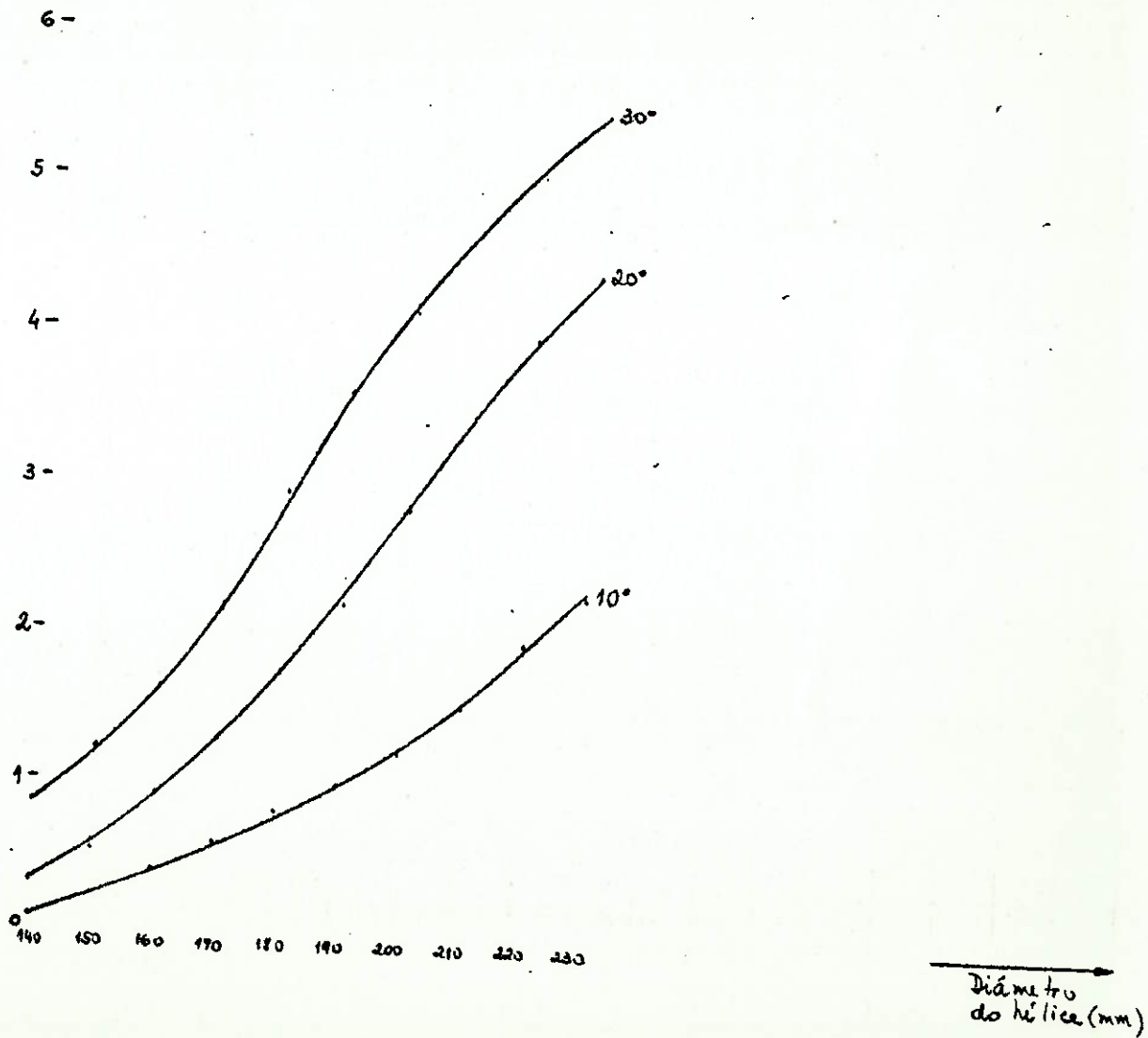
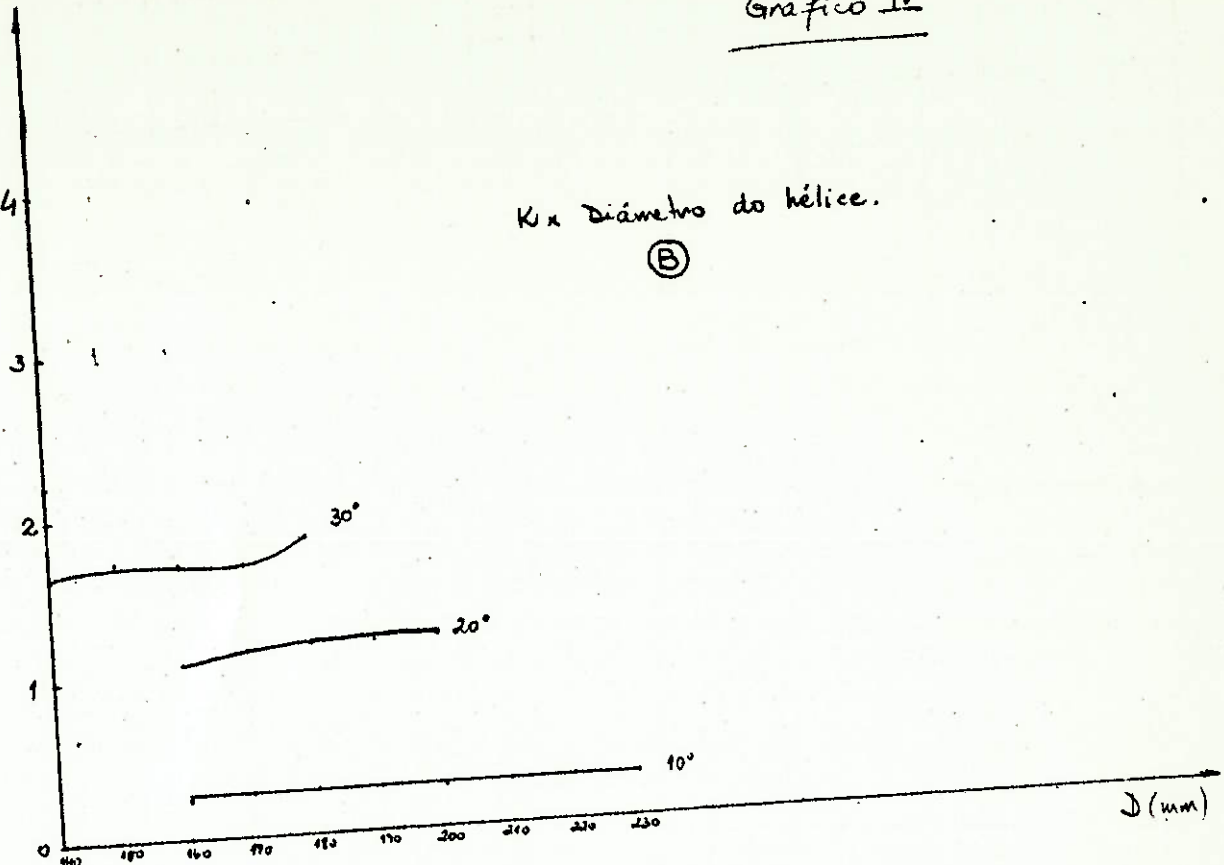


GRÁFICO IV
K x DIÂMETRO DO ROTOR

Gráfico IV

K x Diâmetro do hélice.

(B)



K x Diâmetro do hélice.

(A)

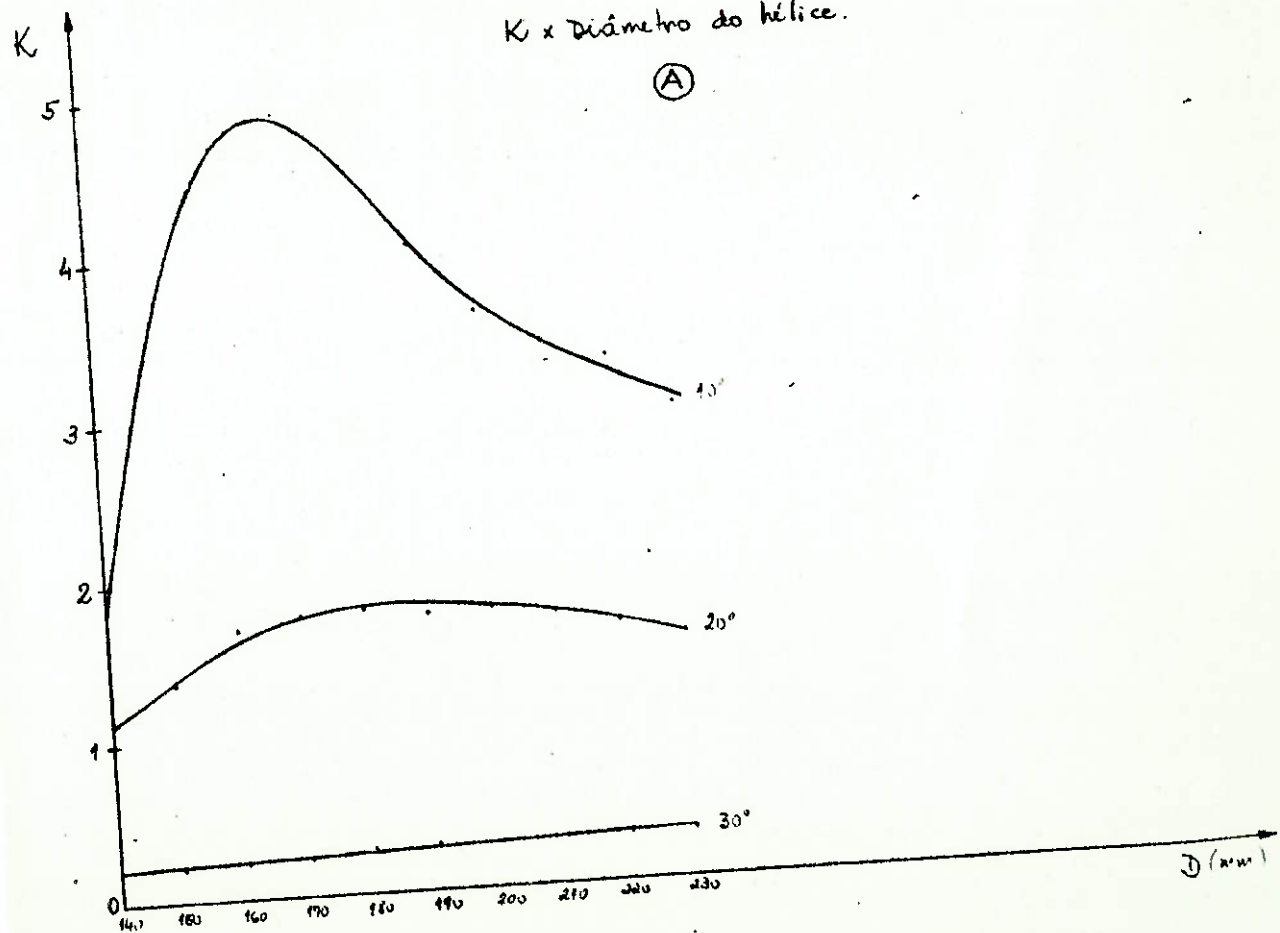


GRÁFICO V

POTÊNCIA x DIÂMETRO DO HÉLICE

OBS.: - V.1/2 → misturador a 1/4 da parede

V.2/2 → sentido de rotação anti-horário

Gráfico I - 1/2

Potência x Diâmetro do Rotor

Obs: O misturador está colocado a $\frac{1}{4}$ de distância da parede.

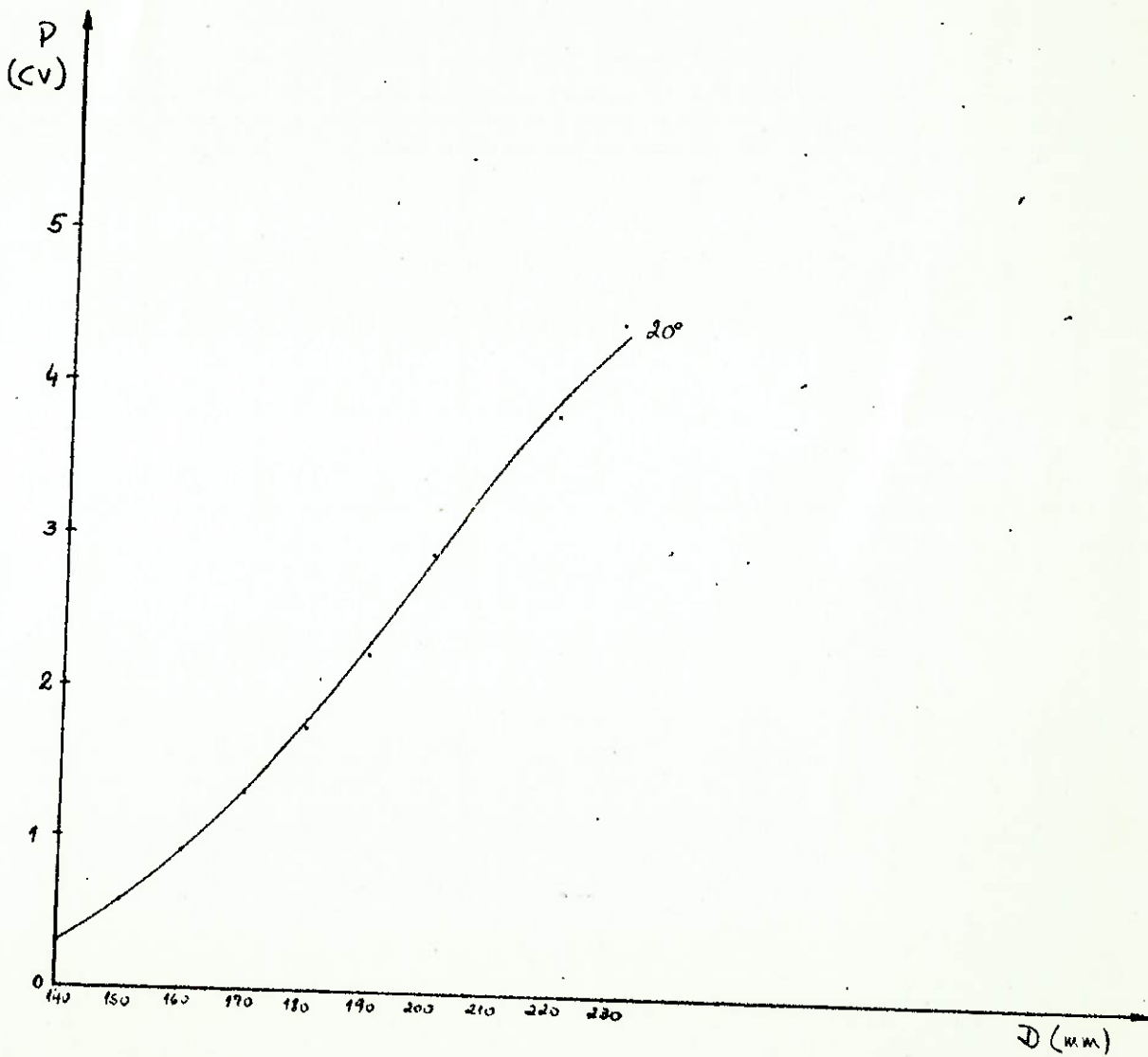
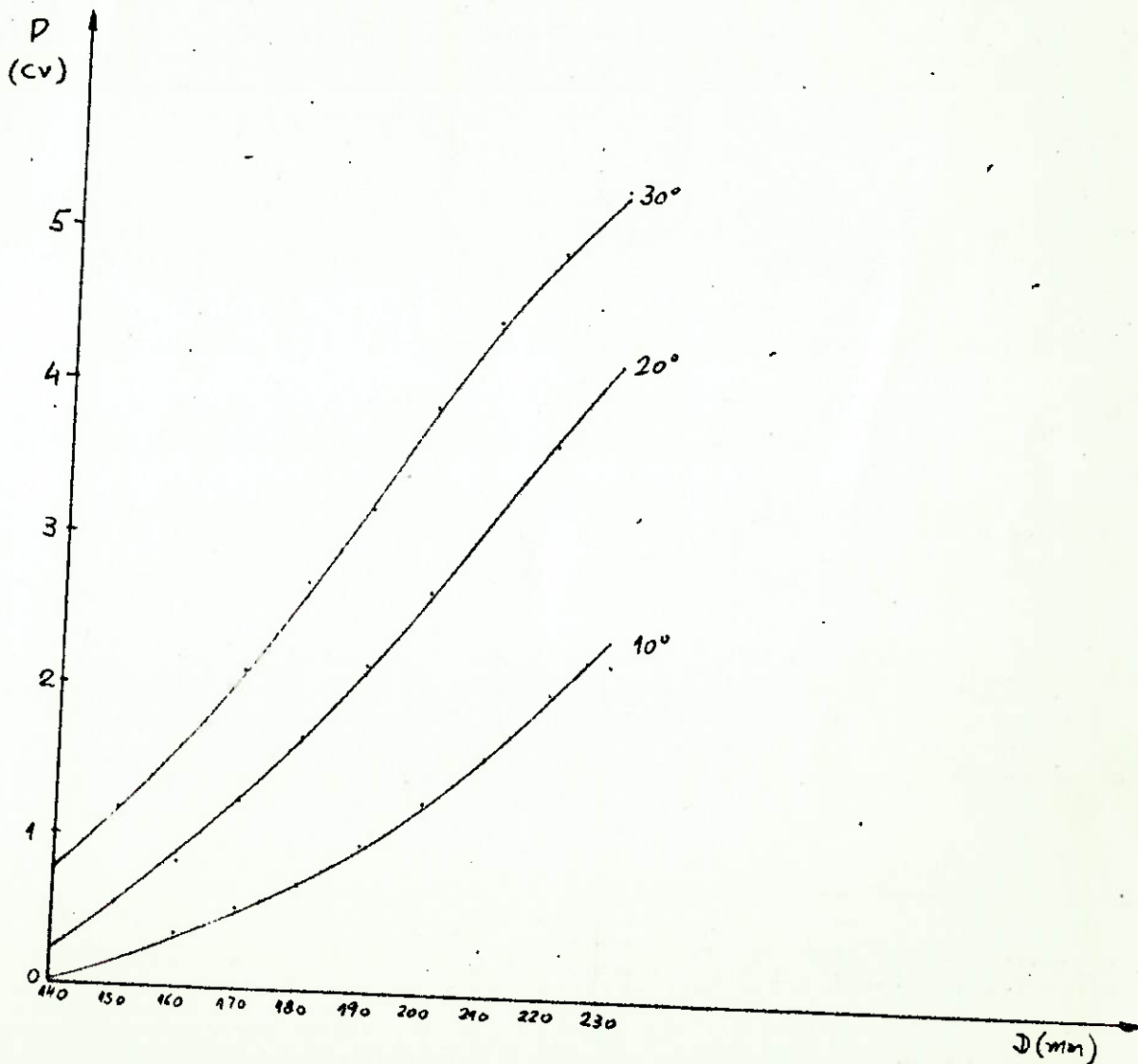


Gráfico V - 2/2

Potência x Diâmetro do Rotor

obs: O sentido de rotação é anti-horário, sendo o fluxo, portanto, ascendente.



8. DESENHOS E FOTOS DO ARRANJO EXPERIMENTAL.