

ARQUIVO TECNICO

8300
N139r(RCET)
032796



24467

032796

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

8300
N139r (RCET)
032796

1991

1991

1991

active e plus

1991

1991

1991

RELATÓRIO FINAL FASE II

1 - Dados Relativos ao Projeto de Assistência Técnica

1.1 - Programa de Assistência Técnica

Coordenador : Engenheiro Vincenzo Rivelli

Nome : Engenheiro Vincenzo Rivelli

Qualificação Profissional : Engenheiro Químico

2 - Dados Relativos ao Projeto

2.1 - Título : Laboratório de Tecnologia do Ar.

2.2 - N° de OS : 650700

2.3 - Região abrangida pelo trabalho do projeto: São Paulo, Grande São Paulo e outros estados.

2.4 - Unidades encarregadas:

- . D - Diretoria Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia
- . DQ - Departamento de Desenvolvimento de Qualidade
- . DQE - Divisão de Ensaios e Desenvolvimento de Materiais e Equipamentos
- . DQET - Setor de Testes de Equipamentos

CITESE - Companhia Saneamento de Curitiba
BIBLIOTECA

3 - Equipe Técnica

3.1 Nome: Ernesto Nagy Filho

Qualificação Profissional: Engenheiro Mecânico

Cargo: Engenheiro Senior

3.2 Nome: José Carlos Gurgel do Amaral

Qualificação Profissional: Engenheiro Civil

Cargo: Técnico em Saneamento Ambiental Avançado

3.3 Nome: José Walter Soares de Oliveira

Qualificação Profissional: Auxiliar Administrativo

Cargo: Inspetor de Qualidade Trainee

3.4 Nome: Marcos Pié Cervera

Qualificação Profissional: Técnico Químico

Cargo: Analista de Saneamento Ambiental Avançado

3.5 Nome: Mateus Sales dos Santos

Qualificação Profissional: Químico

Cargo: Químico

3.6 Nome: Rachel Queiroz Rocha Brito

Qualificação Profissional: Técnica de Laboratório

Cargo: Técnica de Laboratório Jr.

4 - Colaborador:

Nome: Joseph D. Mc. cain

Qualificação profissional: Físico

Cargo: Gerente do SORI Alabama - USA

5 - Custo do Projeto

Governo do Estado de São Paulo US\$ 210,000.00

Banco Interamericano de Desenvolvimento US\$ 251,000,00

6 - Programa do Projeto

6.1 - Introdução

O projeto basicamente é voltado ao desenvolvimento de novas técnicas para avaliação de emissão de poluentes atmosféricos, em específico de material particulado, utilizando dispositivos e metodologias (Normas) desenvolvidas por este Setor.

A partir do conhecimento destas metodologias, poderemos fornecer serviços de calibração, manutenção de equipamentos e dispositivos utilizados especificamente para quantificar e classificar material particulado, bem como promover cursos com a finalidade de treinarmos o corpo técnico da empresa e técnicos de empresas prestadoras de serviço que atuem na área de controle da poluição ambiental.

6.2 - Objetivo

O objetivo deste projeto visa a implantação de um sistema que permita calibrar dispositivos utilizados em amostragens de chaminés, através de aerossóis gerados pelo sistema implantado, bem como avaliar, quantificar e classificar os materiais particulados, quanto ao tamanho efetivo de partículas.

6.3 - Justificativa

O Laboratório do Setor de Testes de Equipamentos - Ar e Água, encontra-se com a Fase I de sua proposta de trabalho totalmente concluída e vem realizando significativos trabalhos de calibração, manutenção, desenvolvimento de dispositivos e treinamento de técnicos que atuam na área de controle da poluição ambiental.

Com o recebimento dos equipamentos importados que faltavam para a conclusão da Fase II do Laboratório, acreditamos que possamos ampliar nossa colaboração na melhoria do controle da poluição ambiental, visto que a tecnologia implantada é considerada de primeiro mundo.

Portanto, quando o Laboratório estiver em plena atividade, virá preencher a lacuna ora existente.

7 - Metodologia para Desenvolvimento do Trabalho em Geral

7.1 - Atualmente este Laboratório vem exercendo todas as suas atividades, baseado na Norma CETESB E16.030 (em anexo).

8 - Revisão de Literatura e de Trabalhos Semelhantes ou de Apoio

8.1 - Tradução e Revisão das Seguintes Metodologias:

- ASTM-D 2009-65 - Collection by filtration and determination of mass, number, and optical sizing of atmospheric particles

- Air Pollution Microscopy Course - 420 (office of air and waste management - Air Pollution Training Institute)

- 3 S 3406 Part 4:1963 - Methods of Determination of Particle Size of Powders.

- The measurement air bone particle - Richard D. Cadle 1975.

- Sizing Polydisperse Aerosols of Dry Particles

- Calibration and Use of the Optical Microscope

9 - Descrição, Análise e Síntese de Trabalhos Realizados

9.1 - O projeto visa a consolidação do Laboratório que teve seus estudos e projetos voltados a preencher a lacuna até agora existente, no tocante a Calibração, manutenção e desenvolvimento de dispositivos de pequeno porte (multiciclones, conforme anexo), bem como treinamento ao corpo técnico da CETESB e de empresas ligadas ao controle da poluição ambiental.

10 - Resultados Obtidos

CETESB - COMISSÃO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Atualmente possuímos o cadastro de várias empresas que prestam serviços na área de controle da poluição ambiental, sendo que estas empresas não possuem métodos e sistemas de verificação das condições reais de utilização de seus equipamentos, contando agora com um Laboratório totalmente capacitado para fornecer com segurança parâmetros para a boa utilização de seus equipamentos (em anexo, nome das empresas cadastradas pelo nosso Setor).

11 - Conclusão e Recomendação

Atualmente, dispomos de todos os dispositivos e equipamentos necessários para a realização de pesquisas, desenvolvimento e transferência de tecnologia.

O Setor executa serviços baseados exclusivamente na Norma Cetesb E16.030, que estabelece prazos e condições de uso de equipamentos utilizados em amostragens de chaminés. Salientamos, que é de suma importância a atuação de setores da Diretoria de Controle, exigindo total cumprimento da Norma, visto que muitos equipamentos e dispositivos calibrados por este Setor, encontravam-se em condições precárias de utilização, comprometendo a confiabilidade dos resultados obtidos.

Este Laboratório, tem se alto promovido, sendo este um processo lento, caberia um trabalho de divulgação mais abrangente, devido ao alto capital investido em tecnologia de ponta.

12 - Treinamento Externo

Bolsa de Estudos de Curta Duração

Local: Southern Research Institute
Birmingham, Alabama - USA

Duração: 28 de agosto a 31 de outubro de 1989

Bolsista: Eng^o Vincenzo Rivelli

Objetivo da viagem:

Proporcionar ao bolsista um treinamento técnico no referido Instituto (com o consultor técnico Joseph D. McCain), onde encontra-se instalado e em pleno funcionamento, um laboratório semelhante ao que a CETESB vem construindo.

Com o aperfeiçoamento e domínio das técnicas e metodologias empregadas por este Instituto, a CETESB pretende num futuro próximo, calibrar e construir dispositivos de pequeno porte, tais como, impactadores inerciais, multificlones e tubos de Pitot (cobra), proporcionando assim uma melhora significativa nos trabalhos que serão executados por este Setor (em anexo relatório de viagem do bolsista).

13 - Equipamentos Adquiridos

13.1 - Equipamentos e Dispositivos Importados

DESCRIÇÃO	Nº DA SOC	VALOR US\$
Partes e peças de med. para microscopia ótica	921927	10,611.90
Medidor de fluxo laminar	921929	3,225.00
Anéis de vedação tipo o-ring	934535 a 41	1,050.00
Partes e peças de reparo para o sistema de calibração de velometria	921931	3,385.80
Bombas para seringas	921936	2,406.00
Osciloscópio mod. TK2236	921935	3,225.00
Partículas uniformes de látex	921928	7,412.00
Telas de nylon	944483	2,089.26
Câmara de microscópio	944488	26,878.03
Controlador de partículas e acessórios	28367	15,295.00
Handbooks	921937	77,10
Analizador de multicanal	192698	13,079.00
Medidor e analisador de partículas e gases	921939/940/944487	100,781.72
Centrifugador de micro vibrador Octugon	921933,944485	25,550.48

13.2 - Equipamentos e Dispositivos Nacionais adquiridos conforme demonstrativo analítico dos custos incorridos

DESCRIÇÃO	Nº DA SOC	VALOR US\$
Equipamentos	935070	179.73
Equipamentos diversos	935069	45.35
Equipamentos diversos	934188	276.09
Materiais diversos	934392	20.10
Materiais diversos	-----	13.76
Materiais diversos	-----	14.18
Materiais diversos	-----	30.73
Materiais diversos	-----	232.36
Folio Views IPK	-----	1,667.02
Folio Views IM	-----	1,473.23
Procomm Plus 2.1	-----	135.97
Monitor de Vídeo	-----	2,280.89
Impressora Laser	-----	1,793.03

13.3 Equipamentos e dispositivos nacionais realizados

DESCRIÇÃO	VALOR US\$
Filtro Millipore	115.16
Fluoresceína	30.43
Formulário contínuo	15.12
Lâmpada para microscópio	115.68
Rolhas de borracha	11.04
Silcagel com indicador	52.31
Termômetro	6.08
Tubos	13.40
Contador Mecânico	4,304.12
Manômetro para mercúrio	70.89
Microcomputador TK 3000	2,277.77
Paquímetro	323.99
Psicometro giratório	191.39
Sistema de Exaustão	925.60

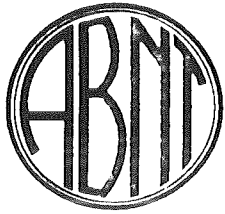
SÃO PAULO, 17 DE SETEMBRO DE 1996


ENG. ADRIANO GENTIL

GERENTE DA DIVISÃO DE ENSAIOS E DESENVOLVIMENTO
DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
CREA 69.505/D - REG.01.2851-4

ANEXOS

ANEXO I



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel: PABX: (021) 3433-1222
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATEC/NICA

Copyright © 1990.
ABNT - Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

ABR./1992

NBR 12020

Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias - Calibração dos equipamentos utilizados em amostragem

Método de ensaio

Origem: Projeto 01:601.03-007/89
CEET - Comissão de Estudo Especial Temporária de Meio Ambiente
CE-01:601.03 - Comissão de Estudo de Amostragem em Chaminés
NBR 12020 - Calibration of gas sampling equipment - Method of test
Descriptors: Calibration. State sampling

Palavras-chave: Calibração, Amostragem, Chaminés

15 páginas

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documento complementar
- 3 Definições
- 4 Aparelhagem
- 5 Execução do ensaio
- 6 Resultados
- ANEXO - Figuras

1 Objetivo

1.1 Esta Norma prescreve o método de calibração dos equipamentos usualmente utilizados na amostragem de efluentes gasosos em dutos e chaminés.

1.2 Esta Norma se aplica aos seguintes equipamentos:

- a) gasômetro seco;
- b) placa de orifício;
- c) Pitot S;
- d) termômetros;
- e) boquilha.

2 Documento complementar

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

ASTM E 1 - Standard Specification for ASTM Thermometers ou norma equivalente

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 e 3.2.

3.1 Termômetro-padrão

Termômetro utilizado para aferir outro termômetro e cuja precisão deve ser pelo menos dez vezes superior à do termômetro que está sendo aferido.

3.2 Pitot-padrão

Pitot utilizado para aferir outro Pitot, cujo coeficiente esteja na faixa de 0,98 a 1,02.

4 Aparelhagem

4.1 Para gasômetro seco e placa de orifício

4.1.1 Gasômetro úmido com precisão de 1% e com velocidade angular máxima de 3 rpm na vazão máxima de calibração, provido de termômetro com menor divisão de 1°C para medição da temperatura interna do gasômetro.

4.1.2 Cronômetro.

4.1.3 Barômetro de mercúrio ou aneróide.

4.2 Para Pitot S

4.2.1 Túnel de vento, formado por duto com um trecho reto e seção transversal uniforme provido de ventilador e re-

g) guilador de vazão que assegure, na seção de ensaio, fluxo uniforme e faixa de velocidade necessária à calibração.

4.2.2 Pitot-padrão provido de manômetro.

4.2.3 Tubos flexíveis.

4.2.4 Paquímetro.

4.3 Para medidor de temperatura

4.3.1 Termômetro de mercúrio conforme ASTM E 1 ou norma equivalente.

4.3.2 Banho de gelo, com isolamento térmico, e profundidade de aproximadamente 10 cm.

4.3.3 Frasco de vidro resistente ao fogo, com profundidade de aproximadamente 10 cm.

4.3.4 Sistema de aquecimento.

4.4 Para boquilha

4.4.1 Paquímetro.

5 Execução do ensaio

5.1 Calibração do gasômetro seco e da placa de orifício

As calibrações do gasômetro seco e da placa de orifício são conduzidas simultaneamente, utilizando-se aparelho como ilustrada na Figura 1, do Anexo. O gasômetro úmido deve ser calibrado pelo menos uma vez por ano, utilizando-se um medidor primário. O nivelamento da água do gasômetro úmido deve ser executado criteriosamente.

5.1.1 Ensaio de vazamento

O ensaio de vazamento, com pressões positivas ou negativas, deve ser feito sem o gasômetro úmido.

5.1.1.1 O ensaio de vazamento com pressões positivas, que serve para verificar a estanqueidade do trecho compreendido entre a entrada da caixa medidora e a saída da placa de orifício, deve ser realizado como segue:

- desconectar a mangueira da tomada de pressão posterior à placa de orifício (no sentido do fluxo). Fechar esta tomada;
- deixar aberto o lado negativo do manômetro (aquele que estava ligado pela mangueira indicada em "a");
- colocar um tubo flexível na saída do tubo da placa de orifício e neste uma pinça para permitir interrupção do fluxo;
- conectar o lado positivo do manômetro à tomada de pressão anterior à placa de orifício (no sentido do fluxo);
- fechar a entrada da caixa medidora;
- abrir as válvulas de ajuste grosso e fino;

g) soprar através do tubo flexível colocado após o orifício, até que o manômetro registre uma pressão de 130 mm H₂O a 180 mm H₂O;

h) fechar o tubo flexível com a pinça citada em "c" de forma que o sistema se mantenha pressurizado;

i) observar o manômetro por um período de 1 min. Não deve haver variações sensíveis no manômetro. Caso haja vazamento, este deve ser localizado e eliminado.

5.1.1.2 O ensaio de vazamento com pressões negativas deve ser realizado como segue:

- fechar a entrada da caixa medidora;
- ligar a bomba e produzir uma depressão de 75 mm Hg e observar o gasômetro seco;
- se o gasômetro seco registrar mais que 0,15 L em 1 min (evidência de vazamento), localizar e eliminar o vazamento.

5.1.2 Procedimento

5.1.2.1 Unir com um tubo flexível o gasômetro úmido à caixa medidora e conectar os tubos flexíveis das tomadas de pressão da placa de orifício às extremidades respectivas do manômetro. Retirar o tubo flexível colocado após a placa de orifício e que foi utilizado nos ensaios de vazamento.

5.1.2.2 Ligar e regular a bomba de modo que o manômetro e a placa de orifício indiquem 13 mm H₂O aproximadamente. Manter assim a bomba por um período de 15 min para que a água queça e a superfície interna do gasômetro se nivele.

5.1.2.3 Regular a válvula de agulha de forma que o vacuômetro na caixa medidora indique pressões entre 50 mm Hg e 100 mm Hg durante a calibração.

5.1.2.4 Anotar a pressão atmosférica.

5.1.2.5 Através das válvulas de ajuste, regular a vazão de aspiração de modo que o manômetro da placa de orifício indique 10 mm H₂O. Simultaneamente disparar o cronômetro e efetuar a leitura inicial do gasômetro seco e úmido. Quando o gasômetro úmido indicar o volume de 0,15 m³, interromper o cronômetro e simultaneamente efetuar a leitura do gasômetro seco. Proceder da mesma forma para as outras pressões diferenciais da placa de orifício e correspondentes volumes a serem lidos no gasômetro úmido. Registrar os dados numa tabela como a da Figura 2, do Anexo, onde:

V_u = volume de gás que passa através do gasômetro úmido durante a calibração, em m³

V_s = volume de gás que passa através do gasômetro seco durante a calibração, em m³

t_u = temperatura do gás durante a calibração no gasômetro úmido, em °C

t_s = temperatura do gás na entrada do gasômetro seco, em °C

tss = temperatura do gás na saída do gasômetro seco, em °C

ts = média aritmética de tse e tss, em °C

ΔH = pressão diferencial do orifício, em mm H₂O

YA = fator de correção do gasômetro seco em cada uma das seis tomadas, adimensional

Y = média aritmética dos seis Yi do gasômetro seco, adimensional

$\Delta H@i$ = pressão diferencial do orifício em cada tomada, caso por ele passe uma vazão de 0,02124 m³/min de ar na condição-padrão (20°C, 1 atm), em mm H₂O

$\Delta H@$ = média aritmética dos seis $\Delta H@i$ do orifício, em mm H₂O

Θ = duração de cada tomada, em min

Patm = pressão atmosférica, em mm Hg

5.1.2.6 Se os valores de Yi estiverem dentro da faixa $Y \pm 0,2Y$, adotar o valor de Y como fator de correção do gasômetro seco. Caso contrário, rejeitar o gasômetro.

5.1.2.7 Se os valores $\Delta H@i$ estiverem dentro da faixa $\Delta H@ \pm 3,9$ mm H₂O, anotar o valor de $\Delta H@$ como fator de correção da placa de orifício. Caso contrário, rejeitar a placa.

5.2 Calibração do Pitot S

5.2.1 Velocidade do fluxo de calibração

A calibração do Pitot pode ser:

- a) uma única velocidade de fluxo gasoso de aproximadamente 15 m/s, o que confere ao Pitot uma precisão de $\pm 3\%$ para velocidades maiores que 5 m/s e de $\pm 6\%$ para velocidades de 3 m/s a 5 m/s;
- b) diferentes velocidades, dentro da faixa de utilização do Pitot. Este procedimento confere ao Pitot maior precisão que o anterior.

5.2.2 Porcentagem de bloqueio

O conjunto sonda-Pitot S, quando calibrado em túneis de pequeno diâmetro, pode bloquear parte significativa da seção transversal e com isto afetar o fator de calibração. Para verificar o bloqueio, proceder da seguinte maneira:

- a) calcular a área da seção projetada do conjunto sonda-Pitot S com uma face aberta do Pitot posicionada no centro da seção do túnel;
- b) a área de bloqueio para o caso de sondas com bainhas externas, conforme Figura 3-a, do Anexo, deve ser igual ou inferior a 3% da área da seção transversal, e para as sondas sem bainhas externas conforme Figura 3-b, do Anexo, deve ser igual ou inferior a 2% da área da seção transversal. Para minimizar a área do bloqueio, nos casos em

que estiverem próximas do limite superior permitido, pode-se deslocar o ponto de posicionamento para o final da primeira quarta parte do diâmetro.

5.2.3 Características do Pitot S

5.2.3.1 O Pitot S a ser calibrado deve ter indelevelmente gravada em seu corpo sua identificação, assim como devem ser identificados os seus tramos.

5.2.3.2 O Pitot S deve atender às características e limites de desalinhamento mostrados nas Figuras 4 a 7, do Anexo.

5.2.3.3 Quando o Pitot S é usado como parte de um conjunto, como na sonda de amostragem, deve manter distâncias mínimas em relação aos outros componentes, para que estes não interfiram no seu funcionamento. Para minimizar as interferências aerodinâmicas, o Pitot S com tramos de diâmetros externos entre 4,8 mm e 9,5 mm, no conjunto, deve atender às restrições mostradas nas Figuras 8 a 10, do Anexo.

Os Pitot S que são usados em conjunto com sonda de amostragem devem ser calibrados em conjunto. Recomenda-se a faixa de velocidade se utilize boquilha de calibração como mostrado na Tabela.

Tabela 1 - Diâmetros recomendados de boquilha versus faixa de velocidade de calibração

Velocidade do fluxo gasoso no túnel de teste (m/s)	Diâmetro da boquilha	
	(mm)	(polegada)
5 a 7,5	12,70	1/2
7,5 a 12,5	9,52	3/8
12,5 a 23	6,35	1/4
23 a 25	3,18	1/8

5.2.4 Procedimento

5.2.4.1 Montar a aparelhagem conforme a Figura 11, do Anexo.

Nota: Recomenda-se que o trecho que contém a seção de teste seja de material transparente, o que facilita a verificação do alinhamento dos Pitot S e padrão. Deve-se garantir na seção de teste um perfil de velocidade uniforme e um fluxo estável. Para tanto, se necessário, o túnel deve ser provido de alinhadores de fluxo ou ter seu comprimento alongado.

5.2.4.2 Inspeccionar e verificar o manômetro e os tubos flexíveis. Se necessário, reparar ou substituir os componentes defeituosos. No caso de ser utilizado um manômetro diferencial, assegurar-se de que o líquido não está contaminado e de que há quantidade suficiente.

5.2.4.3 Nivelar e zerar o manômetro. Ligar o ventilador e ajustá-lo para a velocidade do fluxo gasoso requerida pela calibração e permitir que a velocidade se estabilize.

5.2.4.4 Posicionar o Pitot-padrão no centro do túnel ou próximo a ele e alinhá-lo, de forma que sua abertura de impacto esteja diretamente dirigida contra o sentido do fluxo. Assegurar-se de que a abertura em torno do Pitot-padrão está bem vedada.

5.2.4.5 Anotar a pressão de velocidade do Pitot-padrão. As Figuras 12 e 13, do Anexo, são respectivamente para **calibração em uma única velocidade e em diferentes velocidades.** Remover o Pitot-padrão do túnel e desconectá-lo do manômetro. Fechar a entrada do Pitot-padrão.

5.2.4.6 Conectar o Pitot S ao manômetro, introduzi-lo no túnel e alinhá-lo de forma que sua face de impacto esteja dirigida contra o sentido do fluxo. Assegurar-se de que a face de impacto está no mesmo ponto onde ficou posicionada a ponta do Pitot-padrão. Certificar-se de que a abertura em torno do Pitot S está bem vedada.

5.2.4.7 Ler e anotar o Δp_s . Remover o Pitot S do túnel e desconectá-lo do manômetro. Tampar a entrada do Pitot S.

5.2.4.8 Repetir as operações de 5.2.4.4 a 5.2.4.7 até obter três pares (Δp_s e $\Delta p_{\text{padrão}}$) de pressões diferenciais.

5.2.4.9 Se a calibração que foi realizada foi de uma única velocidade, repetir as operações de 5.2.4.4 a 5.2.4.8 para a outra face aberta. Se a calibração for de múltipla velocidade, repetir as operações de 5.2.4.3 a 5.2.4.8 para as outras direções e depois calibrar a outra face aberta do Pitot S.

5.2.5 Cálculos

5.2.5.1 Calibração em uma única velocidade

Para a determinação do coeficiente do Pitot S, proceder como segue:

- a) calcular o coeficiente do Pitot S para cada um dos seis pares de pressões de velocidade (três do lado A e três do lado B);

$$Cp_s = Cp_{\text{padrão}} \sqrt{\frac{\Delta p_{\text{padrão}}}{\Delta p_s}} \quad (5.1)$$

Onde:

Cp_s = coeficiente do Pitot S calculado em cada tomada, adimensional

$Cp_{\text{padrão}}$ = coeficiente do Pitot-padrão, adimensional

$\Delta p_{\text{padrão}}$ = pressão de velocidade, medida pelo Pitot-padrão em cada tomada, em mm H₂O

Δp_s = pressão de velocidade, medida pelo Pitot S em cada tomada, em mm H₂O

- b) calcular $\overline{Cp_s(A)}$, média aritmética dos coeficientes do tramo A, e $\overline{Cp_s(B)}$, média aritmética dos coeficientes do tramo B, e determinar a diferença entre ambos;

- c) calcular o desvio entre cada valor do coeficiente (Cp_s) do tramo A e $\overline{Cp_s(A)}$ e proceder da mesma forma para o tramo B, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Desvio} = Cp_s - \overline{Cp_s} \quad (A \text{ ou } B) \quad (5.2)$$

- d) calcular σ , média aritmética dos desvios, para os tramos A e B do Pitot S. Para o cálculo de σ , utilizar a seguinte equação:

$$\sigma \quad (A \text{ ou } B) = \frac{\sum_{i=1}^3 |Cp_s - \overline{Cp_s} \quad (A \text{ ou } B)|}{3} \quad (5.3)$$

- e) utilizar o Pitot S, somente se a diferença entre o $\overline{Cp_s} \quad (A)$ e $\overline{Cp_s} \quad (B)$ for igual ou inferior a 0,01 e se $\sigma \quad (A)$ e $\sigma \quad (B)$ forem iguais ou inferiores a 0,01. Caso contrário, rejeitar o Pitot S;

- f) adotar como valor do coeficiente do Pitot S (Cp) o valor $\overline{Cp_s}$.

5.2.5.2 Calibração em múltipla velocidade

Para a determinação do coeficiente do Pitot S, proceder como segue:

- a) para cada tomada (1, 2 e 3) de cada conjunto, calcular o Cp_s utilizando a equação (5.1). Calcular o $\overline{Cp_s}$, média aritmética dos Cp_s de cada conjunto de três tomadas;

- b) para cada conjunto, calcular o σ , utilizando a equação (5.3) com $\overline{Cp_s}$ correspondente, calculado na alínea "a";

- c) repetir os passos das alíneas "a" e "b" anteriores para o outro tramo;

- d) calcular a velocidade média no ponto da seção de teste correspondente a cada conjunto do tramo A e do B, utilizando a seguinte equação:

$$V = Cp_{\text{padrão}} \sqrt{\frac{T \Delta p_{\text{padrão}}}{Patm M}} \quad (5.4)$$

V = velocidade média no ponto da seção de teste durante as tomadas em cada conjunto, em m/s

$$V = 34,97 \cdot \text{sen m/s} \left[\frac{(\text{mm Hg}) (\text{g/g mol})}{(\text{K}) (\text{mm H}_2\text{O})} \right]^{1/2}$$

$Cp_{\text{padrão}}$ = coeficiente do Pitot-padrão, adimensional

T = temperatura do fluxo gasoso, em K (no caso da calibração, pode-se tomar a ambiente)

$\overline{\Delta p_{\text{padrão}}}$ = média aritmética das três leituras do Pitot-padrão em cada conjunto, em mm H₂O

$Patm$ = pressão atmosférica durante a calibração, em mm Hg

M = massa molecular do ar, em g/g mol (na calibração, admitir 29 g/g mol)

Nota: Recomenda-se a construção de um gráfico $\overline{Cp_s} \times \bar{v}$ para os tramos A e B.

e) utilizar o Pitot S, somente se, na sua faixa de utilização, todos os desvios médios (σ) dos tramos A e B de cada conjunto, calculados de acordo com a equação (5.3), forem iguais ou inferiores a 0,01 e se a diferença entre \overline{Cp}_s do tramo A e do tramo B de um mesmo conjunto também for igual ou inferior a 0,01. Caso contrário, rejeitar o Pitot S;

f) adotar como valor do coeficiente do Pitot S (Cp) média aritmética dos \overline{Cp}_s da faixa de utilização.

5.3 Calibração dos medidores de temperatura

5.3.1 Temperatura de calibração

Os medidores de temperatura no trem de amostragem atuam em faixas bem distintas. Numa faixa baixa estão os medidores de entrada e saída do gasômetro seco e o medidor da saída do borbulhador com sílica-gel. Numa faixa intermediária está o medidor da câmara aquecida do porta-filtro. O medidor que opera ao lado da boquilha e do Pitot S é o que tem a faixa de atuação mais ampla. Sempre que possível, os medidores devem ser calibrados em uma faixa de temperatura que contenha a que vai ser encontrada no campo.

5.3.2 Medidores

No caso de termopares, antes da calibração, devem-se verificar todas as ligações, e, se necessário, limpar, reparar ou substituir a fiação ou união. Este procedimento deve ser feito também antes de qualquer utilização em campo. De tempos em tempos, deve-se proceder a uma inspeção do potenciômetro e, no caso deste registrar temperaturas de diferentes sensores, especial atenção deve ser dada aos botões de comando.

5.3.3 Termômetros-padrão

A calibração dos medidores deve ser feita com referência termômetros de mercúrio que atendam às especificações da ASTM E 1 ou norma equivalente.

5.3.4 Procedimento

5.3.4.1 Medidor de temperatura do borbulhador com sílica-gel

Para a calibração do medidor de temperatura do borbulhador com sílica-gel, proceder como segue:

- colocar o termômetro de referência e o medidor numa mistura de gelo e água. Assegurar-se de que ambos não tocam nas laterais do vaso. Esperar que o equilíbrio térmico seja atingido e efetuar as leituras do termômetro de referência e do medidor, simultaneamente;
- retirar do banho de gelo o medidor e o termômetro de referência, secá-los e esperar que atinjam a temperatura ambiente. Efetuar as leituras simultaneamente após estabilização térmica;
- o medidor pode ser usado somente se as suas leituras diferirem do termômetro de referência no máximo de 1°C nas situações das alíneas "a" e "b". Se a diferença for maior que 1°C, o medidor deve ser ajustado e recalibrado até que este critério se-

ja atendido ou deve ser feita a substituição do medidor.

5.3.4.2 Medidores de temperatura do gasômetro seco

Para a calibração dos medidores de temperatura do gasômetro seco, proceder como segue:

- colocar os medidores e o termômetro de referência em um banho de água a cerca de 40°C a 50°C. Aguardar a estabilização térmica e efetuar as leituras simultaneamente;
- retirar do banho os medidores e o termômetro de referência, secá-los e esperar que atinjam a temperatura ambiente. Efetuar as leituras simultaneamente após a estabilização térmica;
- comparar as temperaturas lidas nos medidores e no termômetro de referência. Em ambos os casos, as leituras dos medidores não devem diferir entre si mais do que 0,5°C e a diferença de cada leitura em relação à do termômetro de referência não deve ultrapassar também 3°C;

Antes de cada uso no campo, sem remover os medidores do gasômetro, comparar as temperaturas registradas com a ambiente medida com um termômetro de mercúrio, as quais não devem diferir de mais de 6°C; caso contrário, deve ser feita a substituição ou reparo destes medidores.

5.3.4.3 Medidor de temperatura da câmara aquecida

Para a calibração do medidor de temperatura da câmara aquecida, proceder como segue:

- para a calibração deste medidor, utilizam-se como referência termômetros de mercúrio que atendam às especificações da ASTM E 1 ou norma equivalente;
- colocar o medidor e o termômetro de referência numa mistura de gelo picado e água. Assegurar-se de que ambos não tocam nas laterais do vaso. Esperar até que o equilíbrio térmico seja atingido e efetuar três leituras simultâneas (no medidor e no termômetro de referência), com um intervalo de pelo menos 1 min entre pares de leituras. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 14, do Anexo;
- retirar do banho de gelo o medidor e o termômetro de referência, secá-los e esperar que atinjam a temperatura ambiente. Efetuar três leituras simultâneas (no medidor e no termômetro de referência) com intervalo de pelo menos 1 min entre pares de leituras. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 14, do Anexo;
- colocar o medidor e o termômetro de referência num béquer com água sobre uma placa de aquecimento. Adicionar pérolas de vidro à água. Assegurar-se de que as extremidades do medidor e do termômetro de referência não tocam a lateral do béquer e estão distanciadas do fundo pelo menos 5 cm. Aguardar que a água entre em ebulição; em seguida, efetuar três leituras simultâneas (no medi-

6

dor e no termômetro de referência) com intervalo de pelo menos 1 min entre pares de leituras. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 14, do Anexo;

- e) calcular os desvios (em valor absoluto) de cada par de leituras, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Desvio} = 100 \left| \frac{(\text{temp. referência}) - (\text{temp. medidor})}{(\text{temp. referência} + 273)} \right|$$

- f) o medidor pode ser usado somente se a média aritmética dos desvios em cada situação for menor do que 1,5%; caso contrário, deve ser feita a substituição ou reparo deste medidor.

5.3.4.4 Medidor de temperatura de fluxo gasoso

Para a calibração do medidor de temperatura do fluxo gasoso, proceder como segue:

- a) para a calibração deste medidor, utilizam-se como referência termômetros de mercúrio que atendam às especificações da ASTM ou a equivalente; e

- b) colocar o medidor e o termômetro de referência numa mistura de gelo picado e água, de modo que de que ambos não tocam a lateral do vaso. Esperar até que o equilíbrio térmico seja atingido e efetuar três leituras simultâneas (no medidor e no termômetro de referência), com um intervalo de pelo menos 1 min entre pares de leituras. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 15, do Anexo;

- c) colocar o medidor e o termômetro de referência num béquer com água sobre uma placa de aquecimento. Adicionar perolas de vidro à água. Assegurar-se de que as extremidades do medidor e do termômetro de referência não tocam a lateral do béquer e estão distanciadas do fundo pelo menos 5 cm. Aguardar que a água entre em ebulição. Em seguida, efetuar três leituras simultâneas (no medidor e no termômetro de referência), com um intervalo de pelo menos 1 min entre pares de leituras. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 15, do Anexo;

- d) para os medidores com sensores do tipo termopar, repetir a alínea "c", utilizando líquido com temperatura de ebulição de 150°C a 250°C; um óleo de cozinha, por exemplo. Caso seja utilizado outro tipo de medidor sem ser do tipo sensor de termopar, pode-se utilizar outros líquidos com pontos de ebulição na temperatura máxima em que o medidor vai ser utilizado. Para estas temperaturas também podem ser utilizados fornos que alcancem as temperaturas desejadas. Anotar as leituras num formulário como o da Figura 15, do Anexo;

- e) calcular os desvios (em valor absoluto) de cada par, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Desvio} = 100 \left| \frac{(\text{temp. referência}) - (\text{temp. medidor})}{(\text{temp. referência} + 273)} \right|$$

- f) construir o gráfico "temperatura de referência x temperatura do medidor";

- g) se a média aritmética dos desvios em cada situação for menor do que 1,5%, utilizar o gráfico para as temperaturas fora da faixa de calibração; para as temperaturas dentro da faixa, utilizar diretamente os valores lidos no medidor;

- h) no caso da média aritmética dos desvios em cada situação ser maior do que 1,5%, deve ser feita a substituição ou reparo do medidor.

5.4 Calibração de boquilha

Antes de conduzir a calibração, proceder a uma inspeção visual na entrada da boquilha para verificar a existência de algum tipo de deformação ou corrosão e, em caso positivo, a boquilha deve ser reparada previamente. Para esta calibração deve-se utilizar paquímetro.

5.4.1 Procedimento

5.4.1.1 Proceder à leitura de quatro diâmetros internos defasados de aproximadamente 45°.

5.4.1.2 Calcular a diferença entre o maior e o menor dos diâmetros.

5.4.1.3 Se a diferença calculada em 5.4.1.2 for inferior ou igual a 0,1 mm, calcular a média aritmética dos quatro diâmetros e adotar esta como diâmetro da boquilha (Db) a ser utilizado nos cálculos de amostragem. Caso contrário, a boquilha deve ser reparada e recalibrada. Na Figura 16, do Anexo, está um modelo de tabela a ser utilizada na calibração de boquilhas.

5.5 Resultados

Do relatório devem constar, no mínimo:

a) data do ensaio;

b) normas desta Norma;

c) nome e assinatura do responsável;

d) pressão e temperatura ambiente;

e) identificação do equipamento calibrado;

f) expressão dos resultados, como segue:

- no caso de gasômetro seco, indicar seu fator de correção Y;

- no caso de placa de orifício, indicar seu fator de correção ΔH ;

- no caso de Pitô, indicar o coeficiente C_p de cada tramo e indicar se a calibração foi numa única velocidade ou em múltiplas;

- no caso dos medidores de temperatura do borbulhador com sílica-gel, do gasômetro seco e da câmara aquecida, indicar se eles atendem aos requisitos de tolerância;

- no caso do medidor de temperatura do fluxo gasoso, fornecer a curva de calibração;

- no caso da boquilha, indicar seu diâmetro (Db).

ANEXO - Figuras

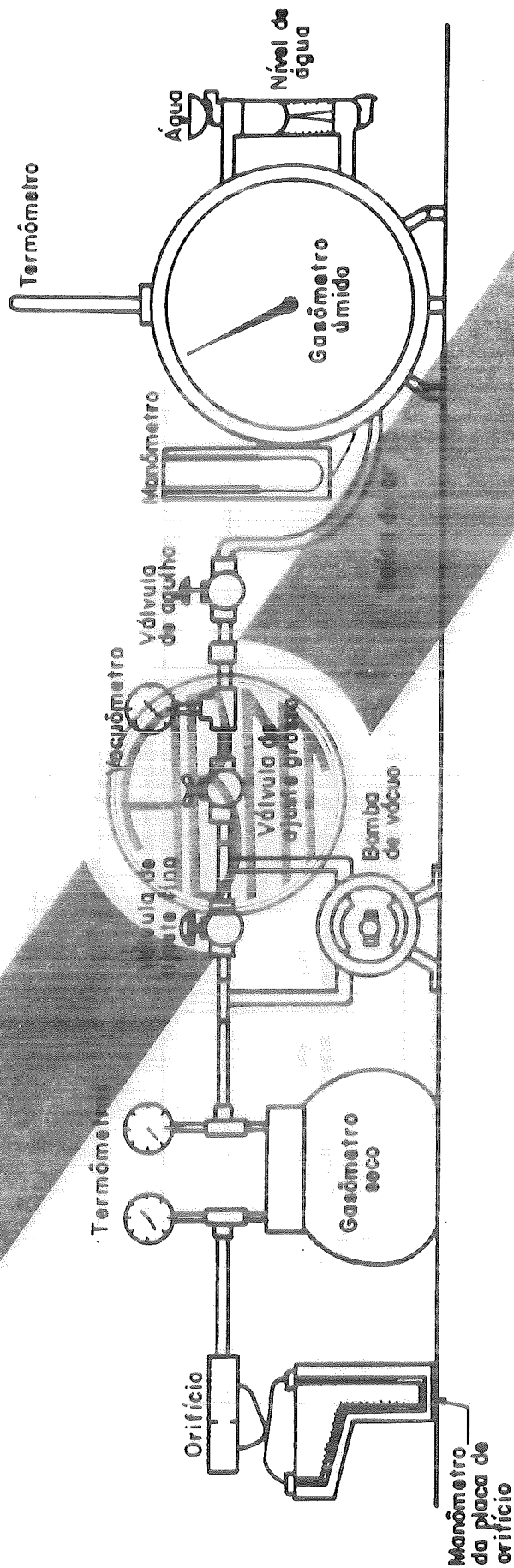
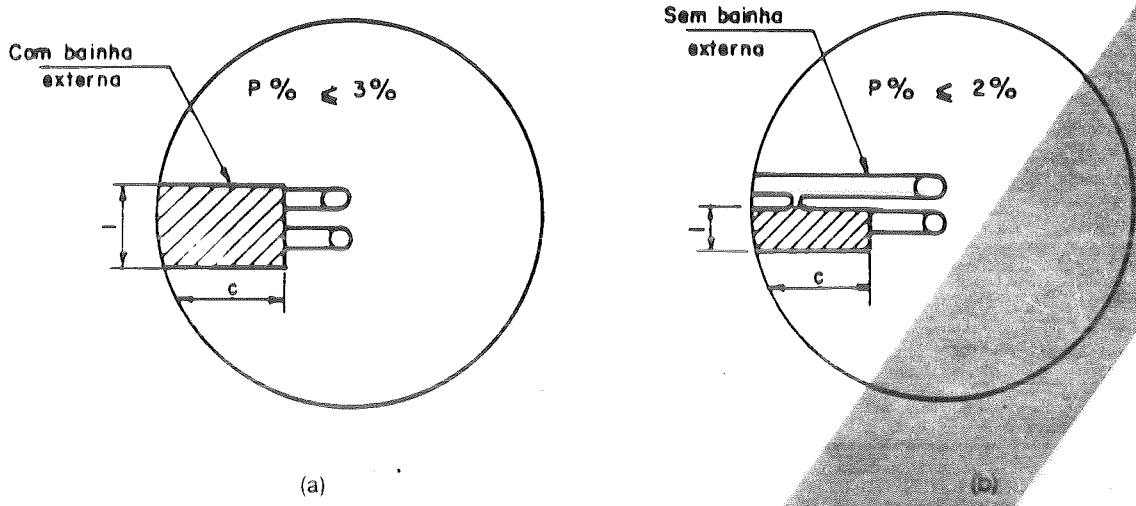


Figura 1 - Aparelhagem para calibração do gasômetro seco e da placa de orifício

Data: _____ Identificação da placa de orifício: _____
 Calibrado por: _____ Identificação do gasômetro seco: _____
 Pressão atmosférica: _____

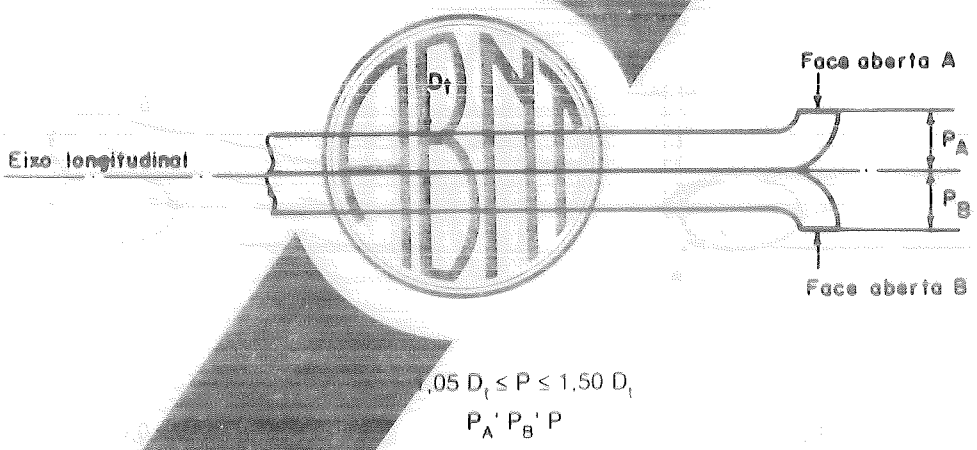
Pressão diferencial da placa de orifício (ΔH) (mm H ₂ O)	Volume dos gases (m ³)		Temperatura (°C)			Tempo (t) (min)	Y ₁ = $\frac{0,00117 \Delta H}{P_{atm} (t_s + 273)} \left[\frac{(t_u + 273) \theta}{V_u} \right]$ (mm H ₂ O)
	Gasômetro úmido (V _u)	Gasômetro seco (V _s)	Gasômetro úmido (t _u)	Gasômetro seco			
				Entrada (t _{se})	Saída (t _{ss})		
10	0,15						
25	0,15						
40	0,30						
50	0,30						
75	0,30						
100	0,30						
							Média: ΔH@ = _____
							Média: Y = _____

Figura 2 - Tabela para calibração simultânea da placa de orifício e do gasômetro seco



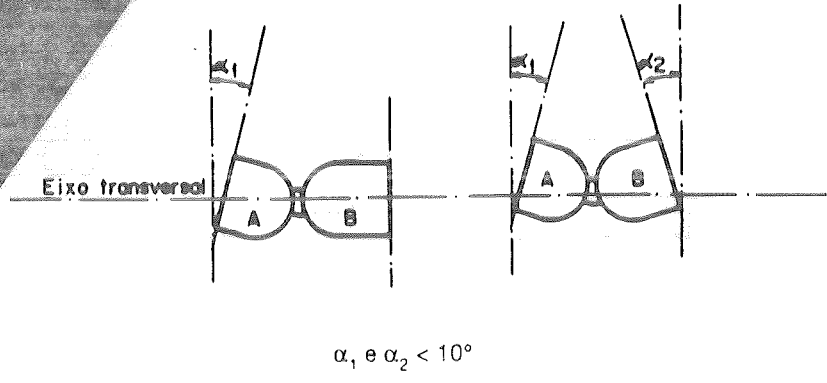
$P\% = \text{Porcentagem de bloqueio} = \frac{100 \cdot c}{\text{área da seção transversal do túnel}}$

Figura 3 - Área da seção projetada de condutores do tipo Pitot S em túneis



$0,05 D_1 \leq P \leq 1,50 D_1$
 $P_A \neq P_B \neq P$

Figura 4 - Vista lateral do Pitot S - Características



$\alpha_1 \text{ e } \alpha_2 < 10^\circ$

Figura 5 - Vista frontal do Pitot S - Desalinhamentos das faces

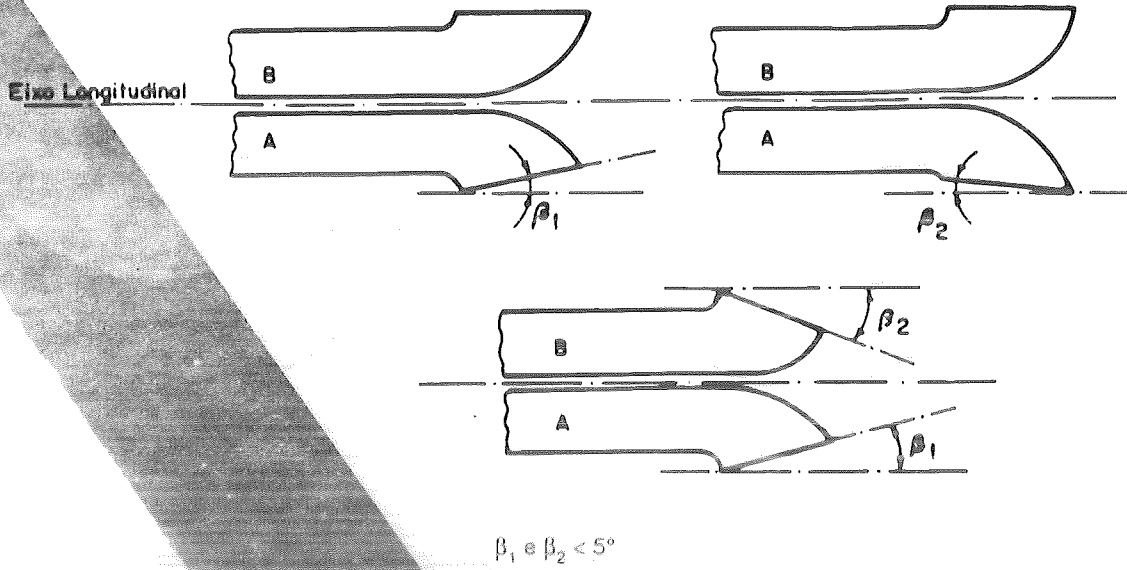


Figura 6 - Vista superior do Pitot S - Desalinhamentos das faces

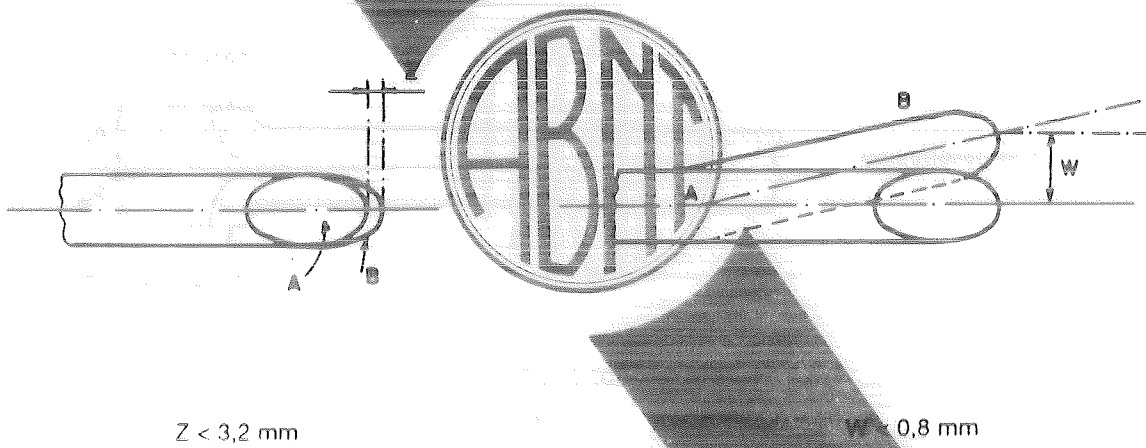


Figura 7 - Vista lateral do Pitot S - Desalinhamentos longitudinais

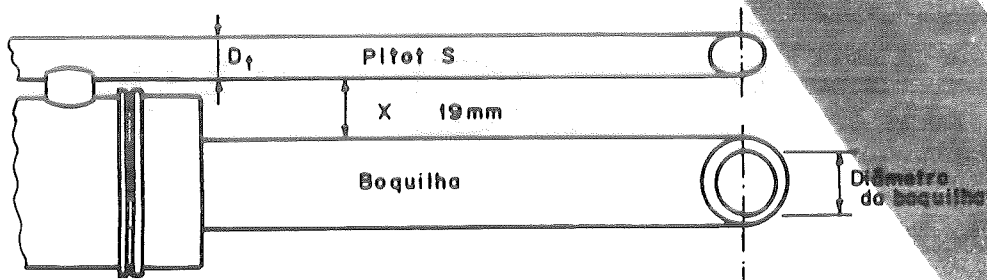


Figura 8 - Distância mínima requerida entre a boquilha do Pitot S

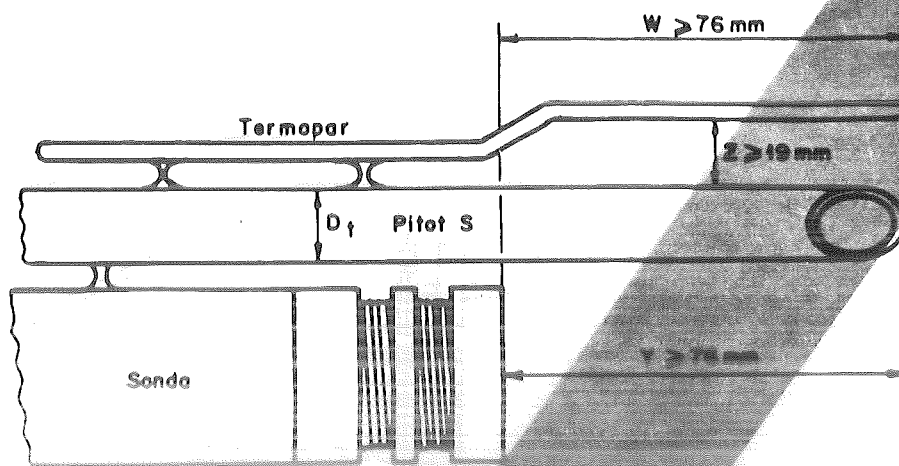


Figura 9 - Distâncias mínimas do termopar e Sonda da sonda do Pitot S

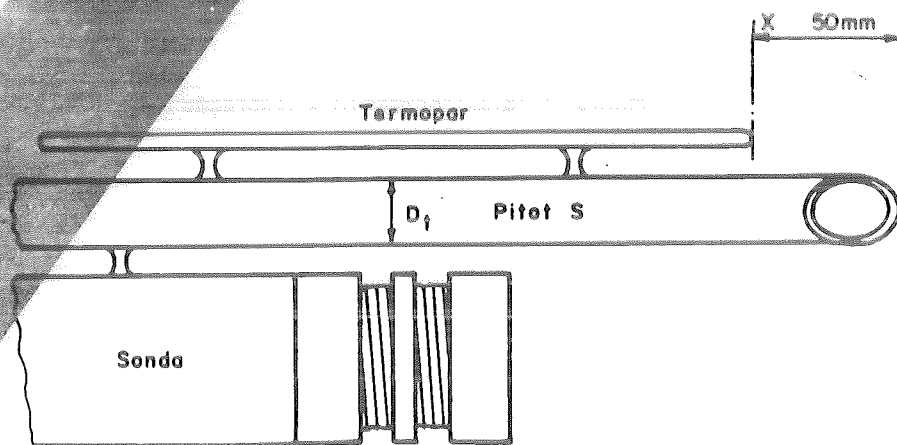
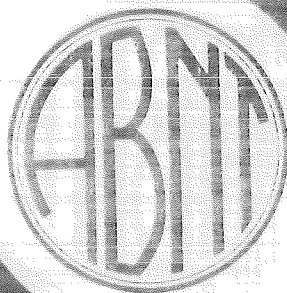


Figura 10 - Distância mínima entre o termopar e o Pitot S, numa posição alternativa



Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT
 Rua Rio de Janeiro, 675 - Lapa - Rio de Janeiro, RJ - CEP: 22251-900
 Tel: (21) 2518-1111 - Fax: (21) 2518-1112 - E-mail: abnt@abnt.org.br

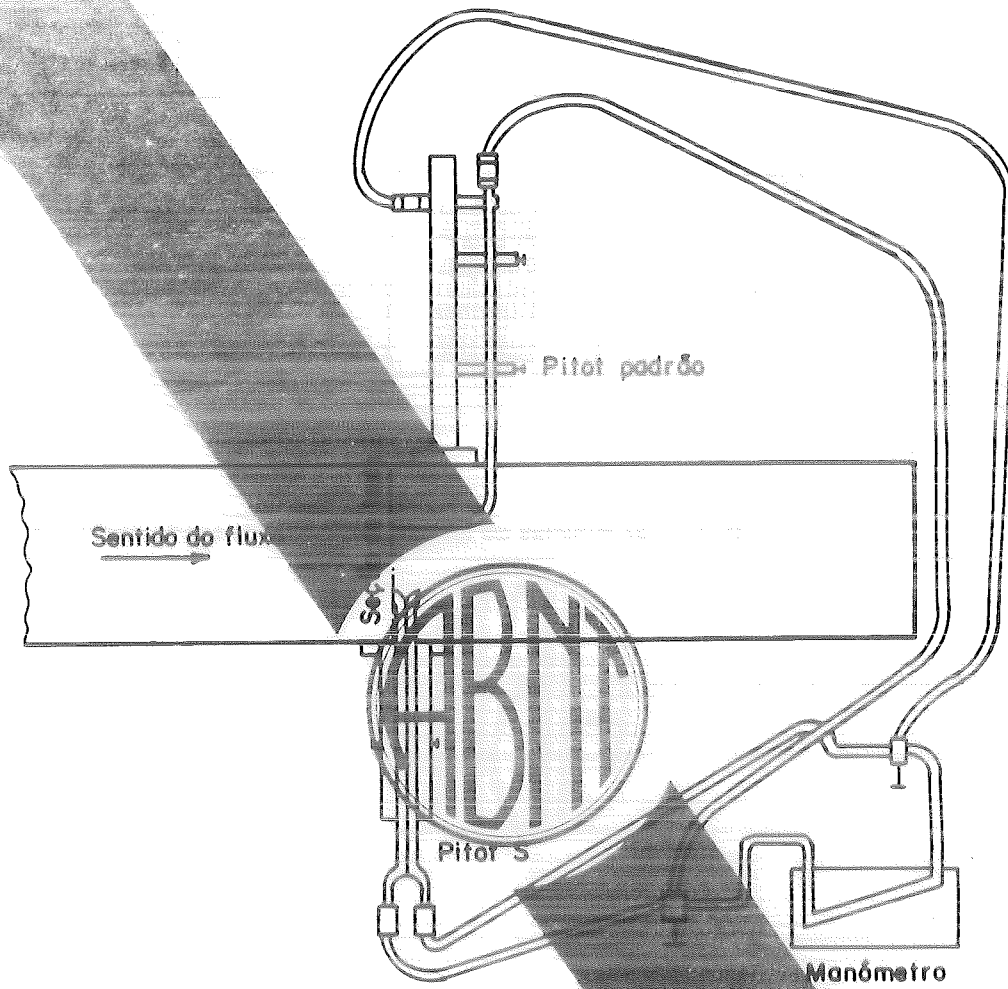


Figura 11 - Aparelhagem para calibração do Pitot S

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT
Rua Rio de Janeiro, 673 - Lapa - Rio de Janeiro, RJ - 20040-909
Tel: (21) 250-2141 - Fax: (21) 250-2142 - E-mail: abnt@abnt.org.br

Data:

Calibrado por:

Identificação do Pitot-padrão:

Identificação do Pitot-calibrado:

Calibração do tramo A

Tomada	$\Delta p_{\text{padrão}}$ (mm H ₂ O)	Δp_s (mm H ₂ O)	Cp_s	Desvio $Cp_s - \overline{Cp_s}$ (A)
1				
2				
3				
			$\overline{Cp_s}$ (A)	

Calibração do tramo B

Tomada	$\Delta p_{\text{padrão}}$ (mm H ₂ O)	Δp_s (mm H ₂ O)	Cp_s	Desvio $Cp_s - \overline{Cp_s}$ (B)
1				
2				
3				
			$\overline{Cp_s}$ (B)	

Figura 12 - Tabela de dados a serem coletados na calibração de uma única velocidade

Data:

Calibrado por:

Identificação do Pitot-padrão:

Identificação do Pitot-calibrado:

Calibração do tramo A B

Conjunto ^(A)	Tomada	$\Delta p_{\text{padrão}}$ (mm H ₂ O)	Δp_s (mm H ₂ O)	C_{p_s}	$\overline{C_{p_s}}$	Desvio $C_{p_s} - \overline{C_{p_s}}$	\bar{v} m/s
A	1						
	2						
	3						
B	1						
	2						
	3						
C	1						
	2						
	3						
D	1						
	2						
	3						
E	1						
	2						
	3						

^(A) Reunião de condições específicas para ajustagem de velocidades

Figura 13 - Tabela de dados a serem coletados na calibração com múltipla velocidade

Situação	Temperatura lida no termômetro de referência °C	Temperatura lida no medidor a ser calibrado °C	Desvio (%)	Média aritmética
Banho de gelo				
Ambiente				
Água em ebulição				

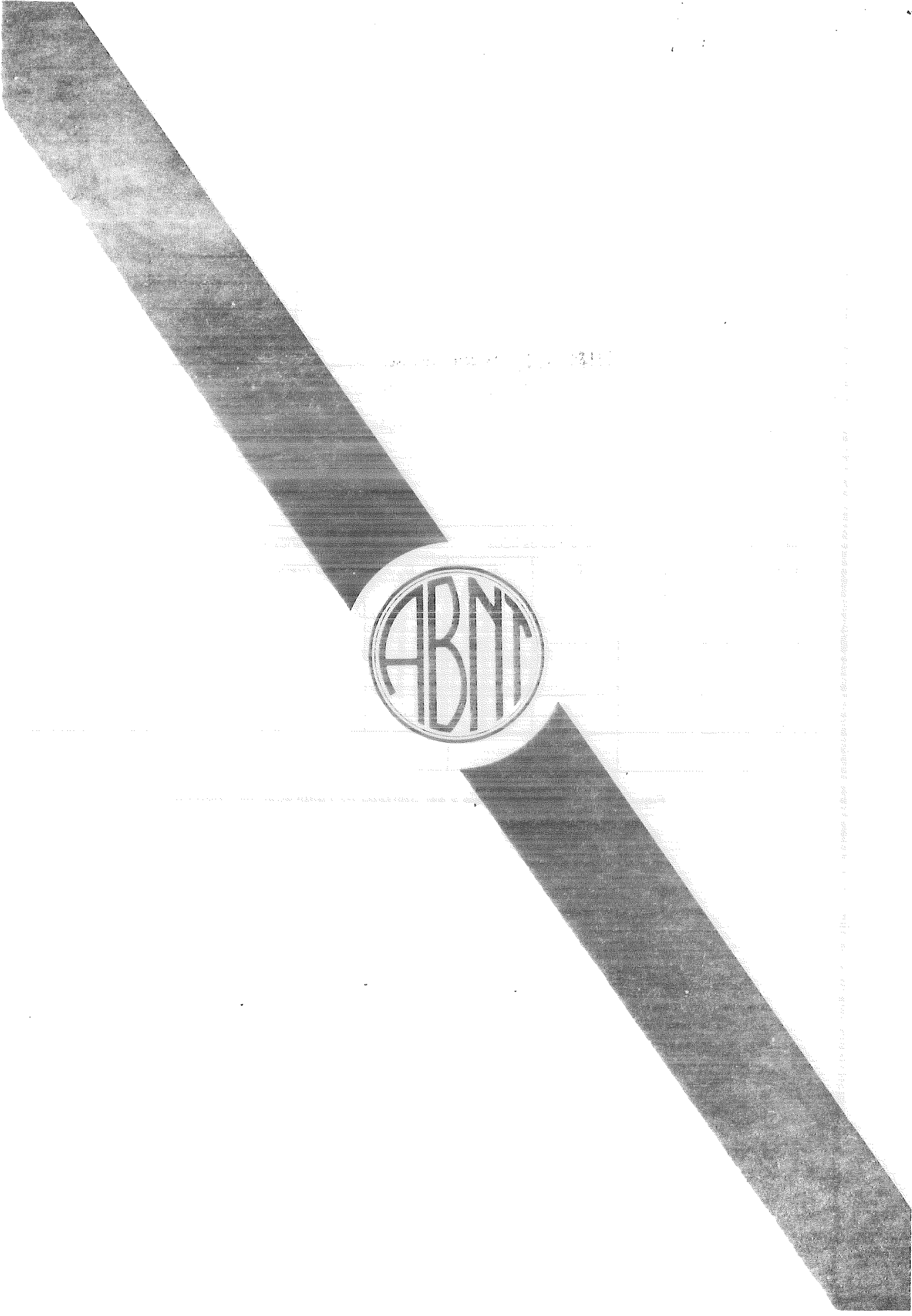
Figura 14 - Modelo de tabela a ser preenchida na calibração do medidor de temperatura da câmara aquecida

Situação	Temperatura lida no termômetro de referência °C	Temperatura lida no medidor a ser calibrado °C	Desvio (%)	Média aritmética dos desvios (%)
Banho de gelo				
Água em ebulição				
Banho de óleo ou forno				

Figura 15 - Modelo de tabela ser preenchida na calibração de medidor de temperatura do fluxo gasoso

Identificação da boquilha	Diâmetros lidos				Diferença entre o maior e o menor diâmetro (mm)	DD (mm)
	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	D ₄ (mm)		

Figura 16 - Modelo de tabela a ser utilizada na calibração de boquilha



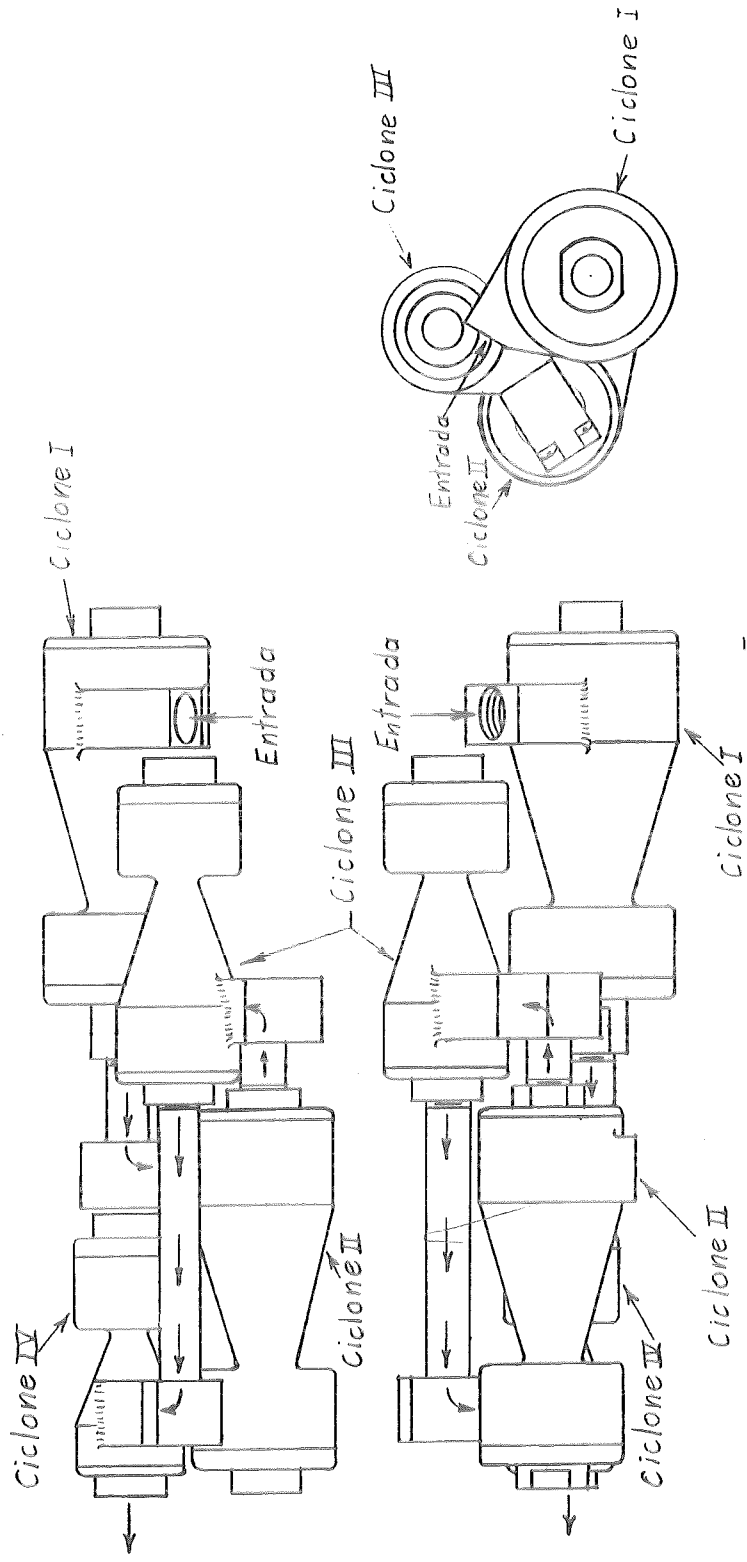
ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT



CETESB - COMISSÃO DE LICENCIAMENTO DE POLUÍDORES AMBIENTAIS
BIBLIOTECA

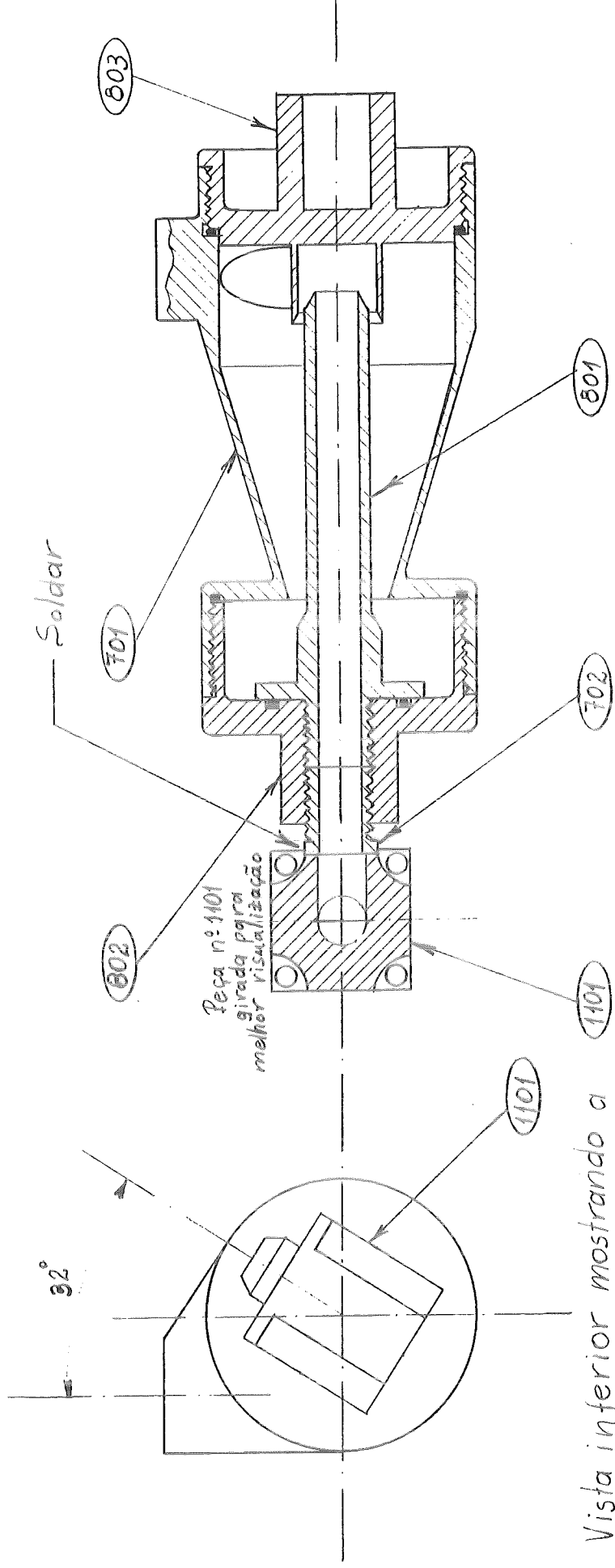
ANEXO II



Advanced Products Metal C-Ring
 # E-C-E-000565-1-F-1-G.F.B.

Projeto NPIE-31.17.00
 21/11/82

Ciclone I Série de Ciclone de Quatro Estágios



Vista inferior mostrando a orientação da peça nº 1101 com respeito a entrada do ciclone

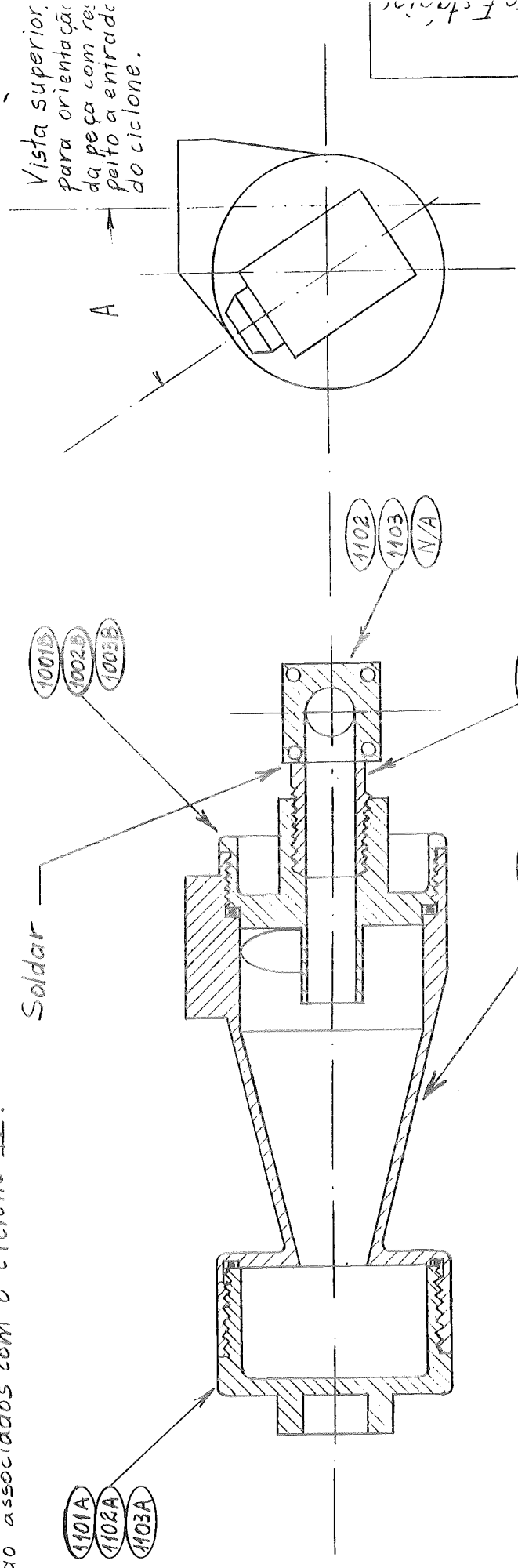
Rosqueie a peça nº 702 para dentro da peça nº 802 até que os cantos chanfrados façam o selo.
 Oriente a peça nº 702 com respeito a entrada do ciclone e solde a peça nº 702 com a peça nº 1101.

Nota: Peça nº 702 não mostrada em escala

Nota:

- Os números das peças na parte superior são associados com o ciclone II.
- Os números das peças na parte do centro são associados com o ciclone III.
- Os números das peças na parte inferior são associados com o ciclone IV.

- Para a peça n: 1102 e ciclone II, o ângulo $\hat{A} = 34^\circ$.
- Para a peça n: 1103 e ciclone III, o ângulo $\hat{A} = 29^\circ$ (66° para o outro lado da entrada na Linha de Centro)



Soldar

Peças n: 1201
1202

são, a para fusadas nas peças n: 1001
1002
ate, os selos dos cantos chanfrados.
Oriente as peças n: 1102
1103
com respeito a entrada do ciclone
e solde as peças n: 1102
1103
com as peças n: 1201
1202.

Nota:

Peças n: 1102 giradas para
1103
maior esclarecimento.
Peças n: 1201 não mostradas
1202
em escala.

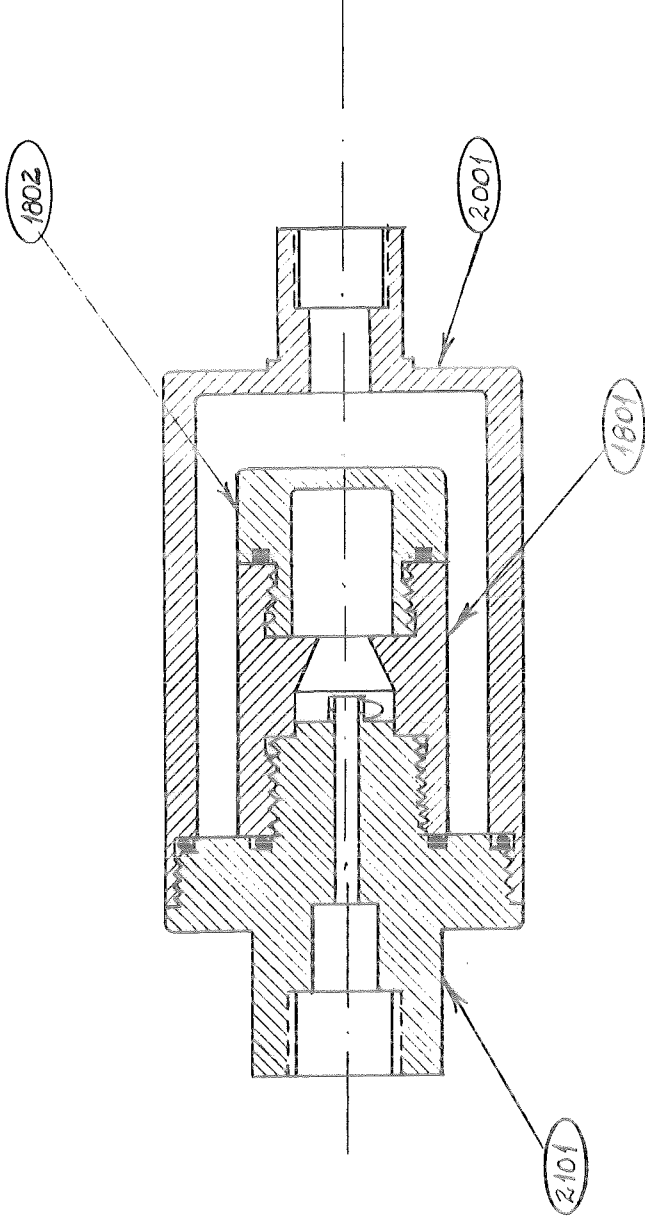
Série de Ciclones de Quatro Estágios
Ciclones II, III e IV

N/A Não aplicavel

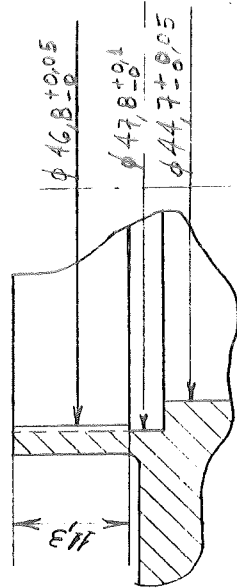
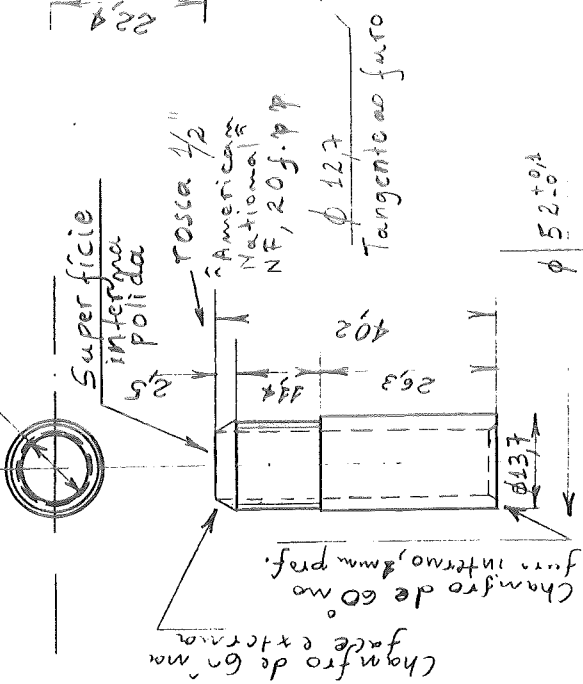
Projeto NPPE-31.17.00
imho/92 - R/AE DM

Vista do Conjunto
do Ciclone IV
(MK-II)

Projeto NIPÉ - 31.17.00
junho/92 - B/AE D27



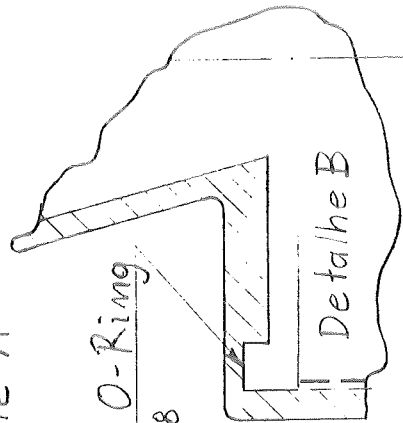
Tubo de saída B^o peça n^o 702
5,5 interno



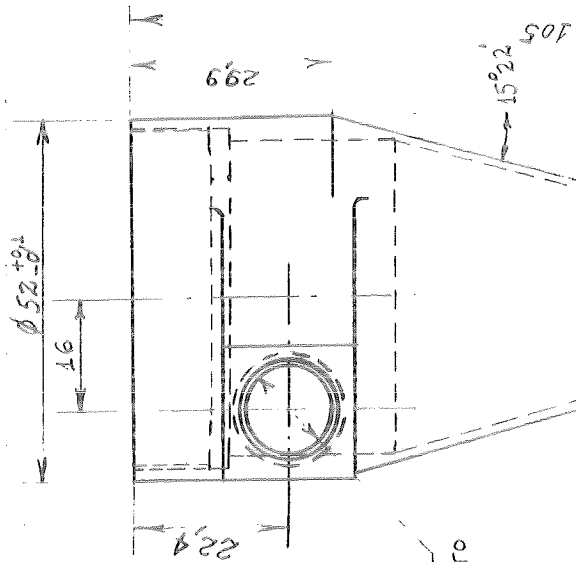
Detalle A

Canal do O-Ring

$\phi_{ext.} = 47,8$
 $\phi_{int.} = 45,3$
prof. = 4,1

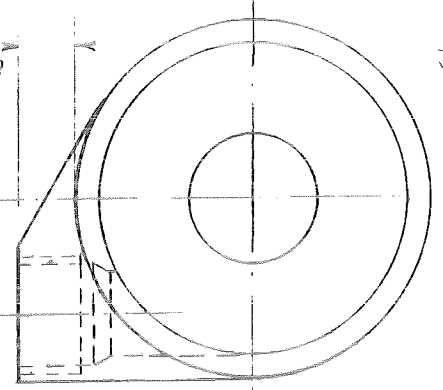


Todas as arestas e cantos $R = 1/16$
se não especificado.



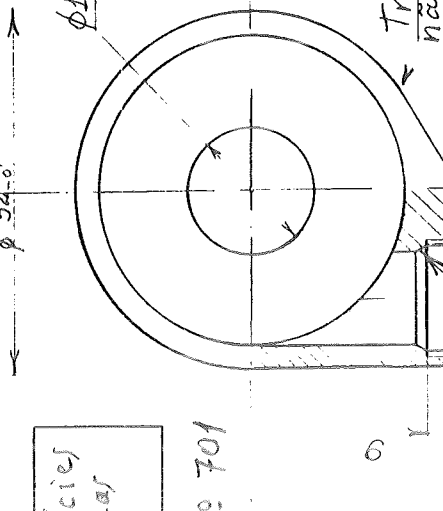
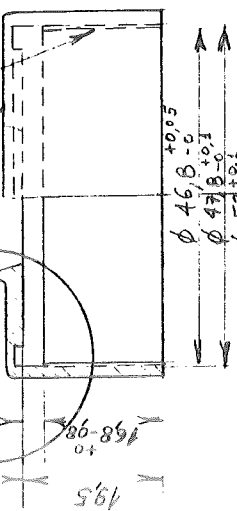
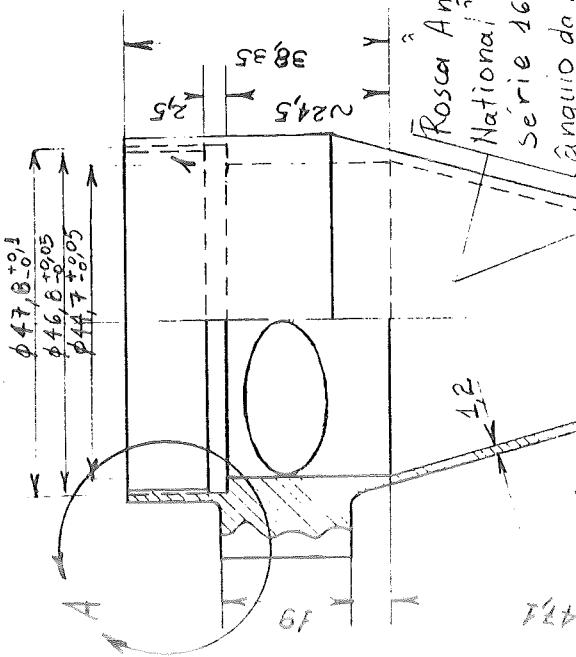
Superfícies internas polidas

Peça n^o 701



Escala: 1:1

Chanfro de 60° iniciando bem na crista da rosca

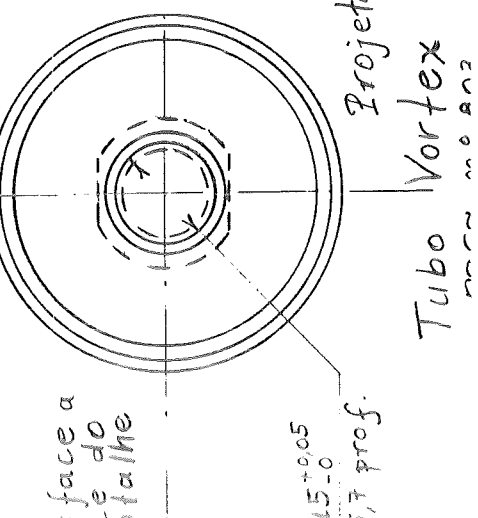
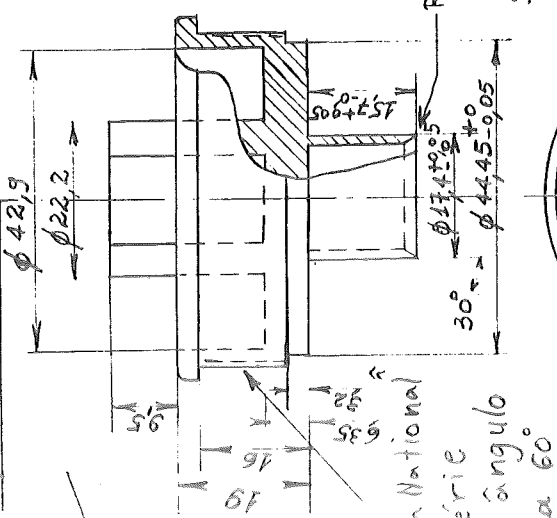
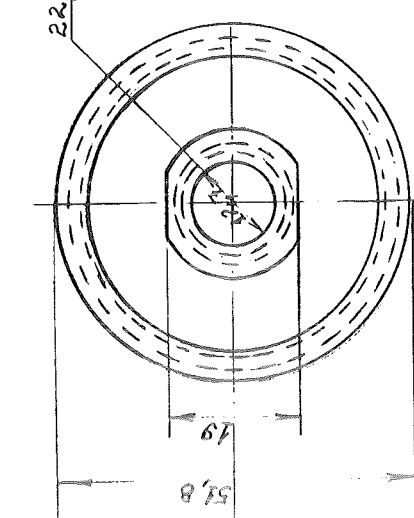
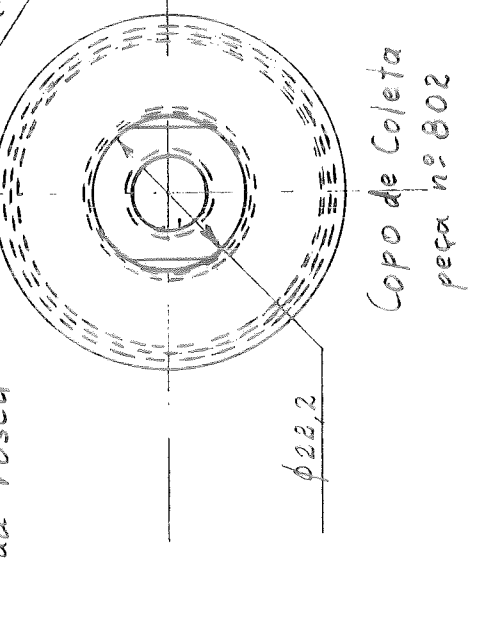
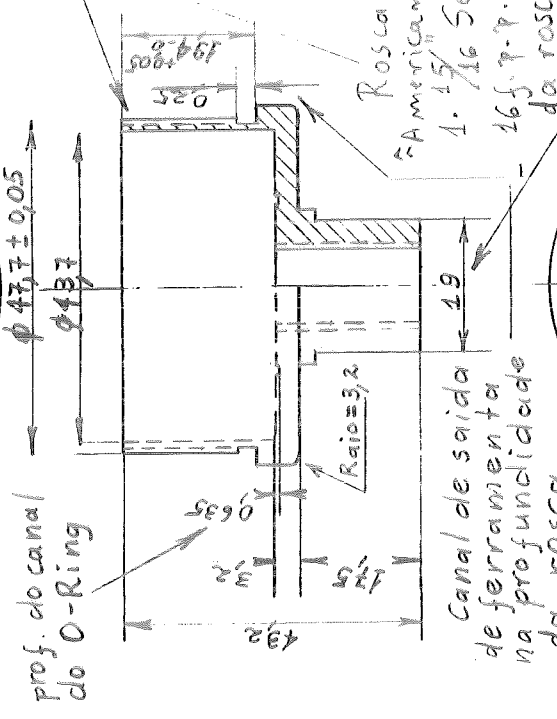
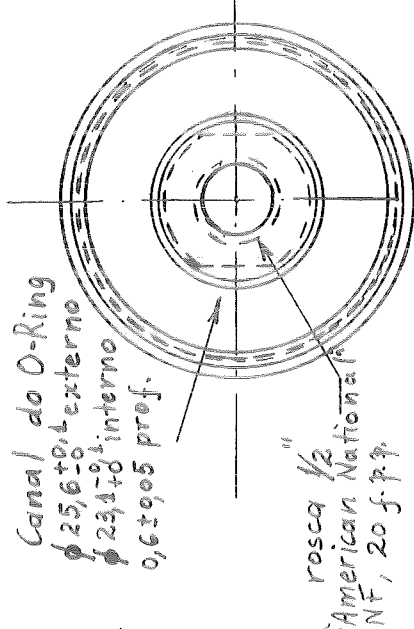
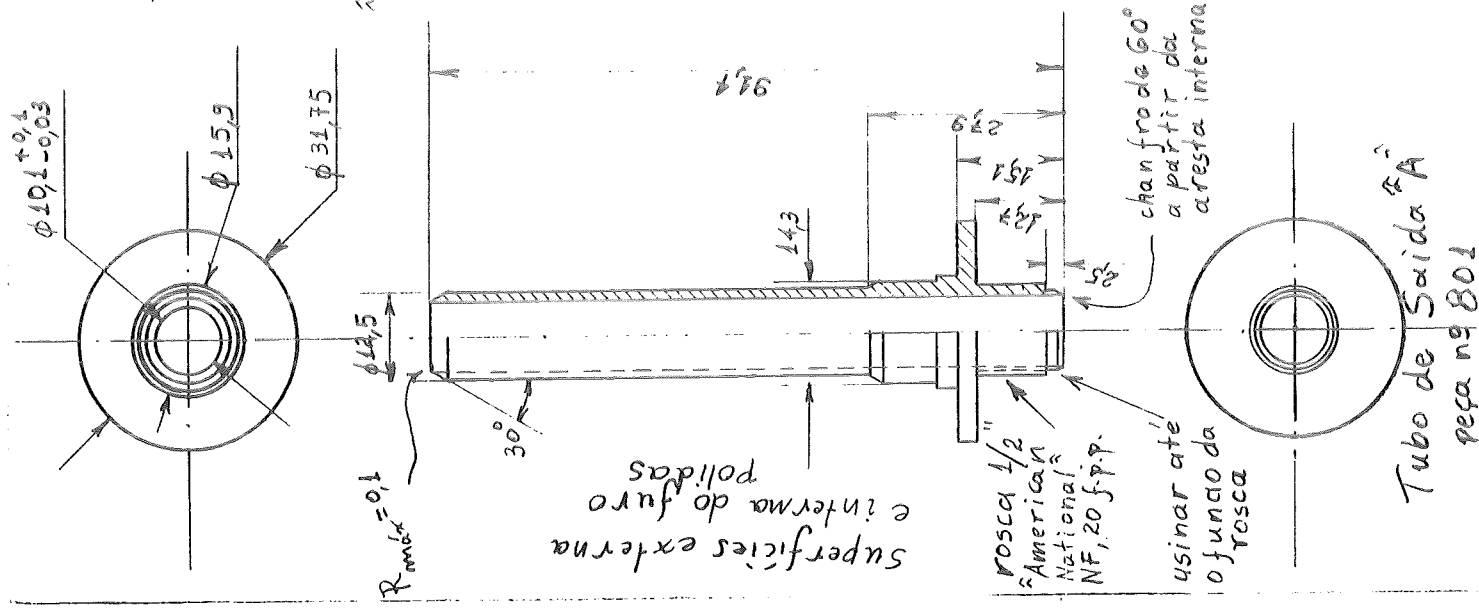


Transição suave não importante

Rosca Gas Paralela

Série de Cilome de 4 estações
Cilome I, Corpe Tubo de saída

Projeto NPP-31.17.00
Junho/92
5



Pecas nº 801, 802 e 803

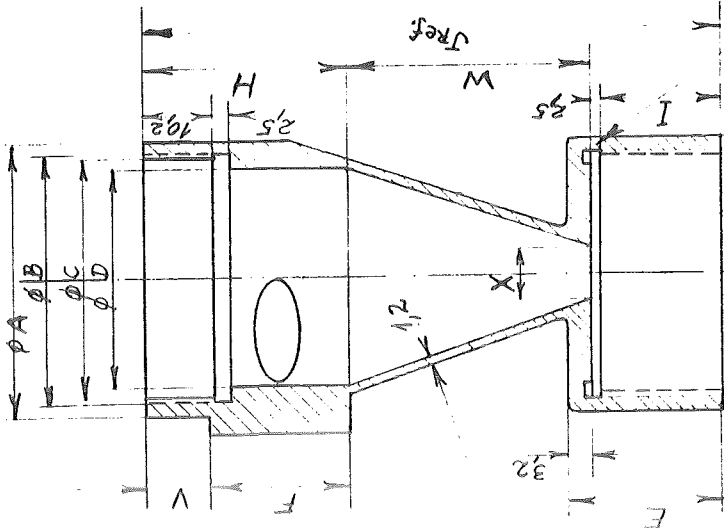
Copo de Coleta Tubo Vortex

Tubo de Saída FA Ciclone I

Superfícies internas polidas

Tubo Vortex

Beças n° 901, 902 e 903
Corpo dos Ciclones II, III e IV



Todas as arestas e cantos
 $R = 1/16$

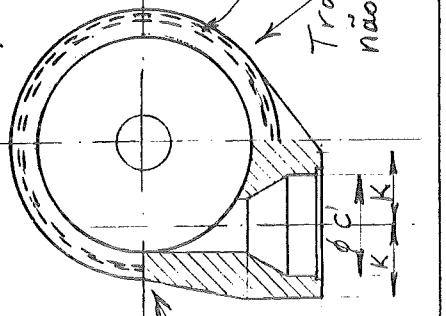
2 mm de diâmetro tangente ao furo, 14,35 mm de diâmetro do furo. C' 5,1 mm de profundidade, 15,8 mm de diâmetro de canal no furo C com 0,710,25 mm de profundidade

ROSCA $\phi 5/32$ com 1/4 profund.

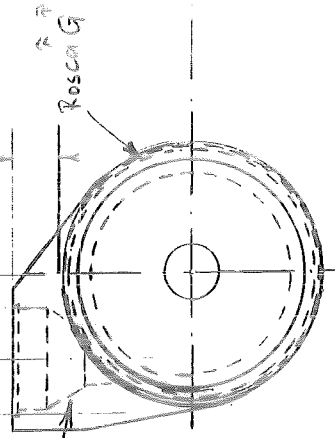
Designação	* Dimensão		
Ciclone II	Ciclone III	Ciclone IV	
Beça 901	Beça 902	Beça 903	
A	455 ± 0,1	391 ± 0,1	343 ± 0,1
B	41,5 ± 0,1	35,1 ± 0,1	30,4 ± 0,1
C	40,5 ± 0,1	34,1 ± 0,1	29,4 ± 0,1
C'	14,35	14,35	14,35
D	366 ± 0,03	311 ± 0,03	25,4 ± 0,03
E	22,2	22,2	22,2
F	27,9	20,3	20,3
G	42,9 - 16UN 365 - 16UN 375 - 16UN		
H	36,3	29,2	25,55
I	16,5	16,5	16,5
J	102,5 Ref. 834	Ref. 675	Ref.
K	14,0	10,2	10,2
L	13,3	11,8	10,2
M	11,4	7,6	7,6
N	20,3	19,05	17,8
O	11,4	7,6	7,6
P	8,8 Ref.	11,0 Ref.	12,1 Ref.
Q	10,1	7,5	5,1
R	5,1	5,1	4,1
S	41,45 ± 0,1	35,1 ± 0,1	30,35 ± 0,1
T	37,5 ± 0,1	31,1 ± 0,1	26,3 ± 0,1
U	14,5 ± 0,1 Ref.	18,30 Ref.	23,59 Ref.
V	6,35	8,9	7,6
W	47,1	35,1	22,9
X	12,9	7,6	5,05
Y	23,5	21,0	18,2

Superfícies internas polidas

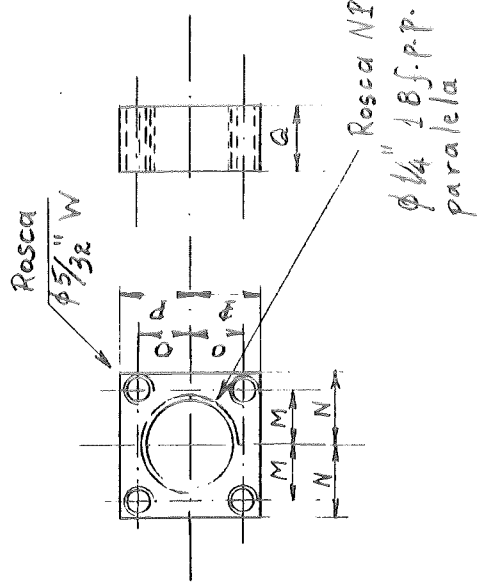
Canal do O-Ring
Diam. Externo \hat{S}
Diam. Interno \hat{T}
X 1,15 profundidade



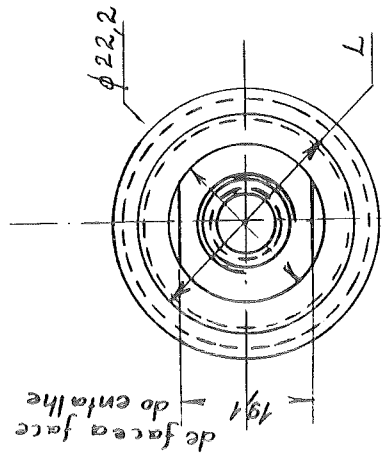
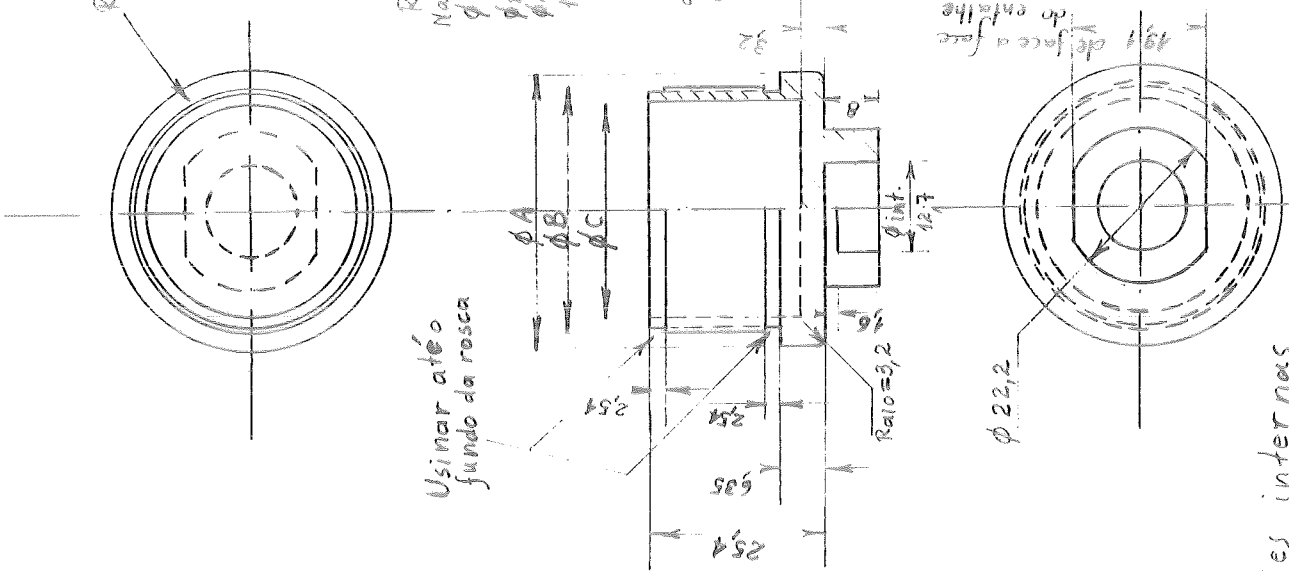
Chanfro de 60° iniciando internamente



Projeto NPPE - 31.17.00
imh/192. 2/11

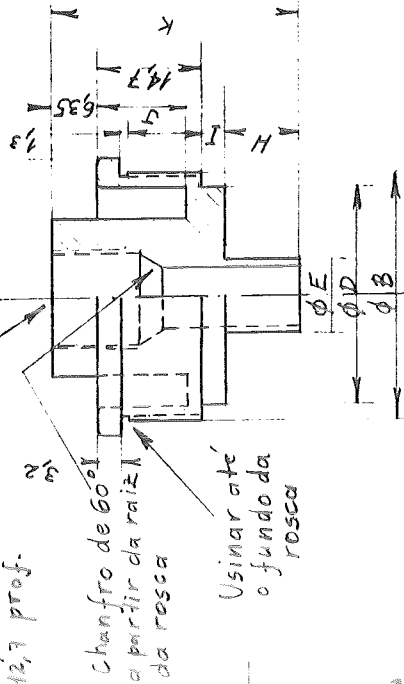


Design	Dimensão	
	Ciclone I	Ciclone II
A	45,5 ± 0,1	39,1 ± 0,1
B	41,4 ± 0,03	35,05 ± 0,03
C	37,3	31,0
D	36,4 ± 0,05	31,0 ± 0,05
E	11,8	10,2
F	10,5 Diam.	8,3 Diam.
G	42,9 - 16 UN	36,5 - 16 UN
H	15,7	10,8
I	3,7	3,7
J	12,7	12,7
K	40,5 Ref.	35,6 Ref.
L	37,3 Diam.	31,0 Diam.
M	11,4	7,6
N	14,0	10,2
O	11,4	7,6
P	14,0	10,2
Q	9,5	9,5

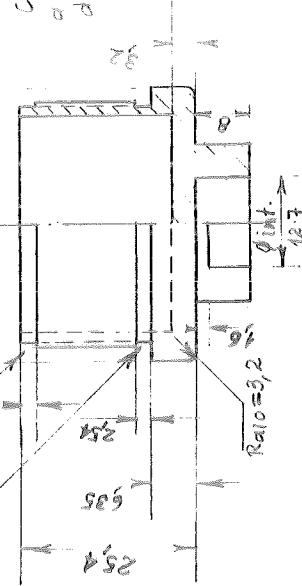


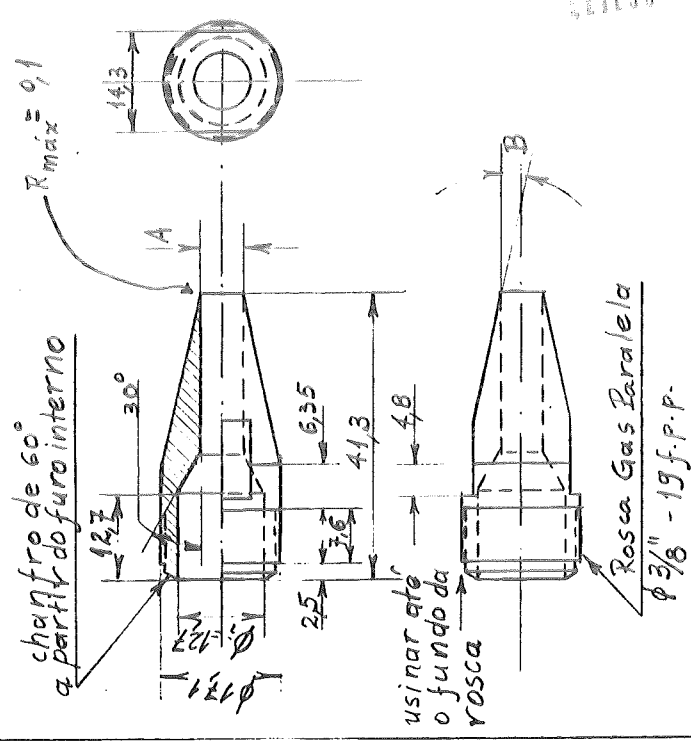
Adaptador de Entrada
Copo de Coleta e
Tubo Vortex dos
Ciclones II, III e IV

Rosca American
National para tubos
1/4" 18 f.p.p.
1/4" externo
1/8" interno
12,7 prof.



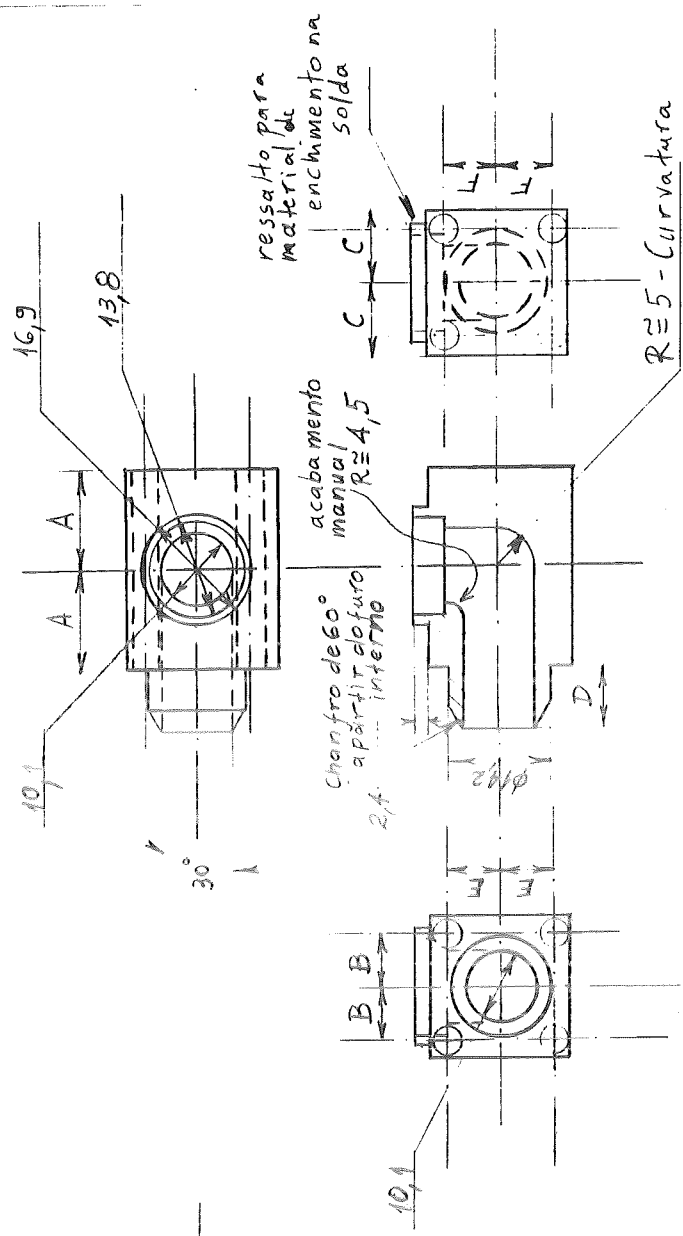
Usinar até o
fundo da rosca





Bocal

Bocal	Dimensão A	Dimensão B	Dimensão
1	4,5	14°19'	Ref.
2	5,0	13°48'	Ref.
3	5,4	13°19'	Ref.
4	6,0	12°38'	Ref.
5	7,0	11°32'	Ref.
6	8,0	10°26'	Ref.
7	9,4	9°14'	Ref.
8	10,1	8°06'	Ref.
9	11,0	7°01'	Ref.
10	12,1	5°51'	Ref.



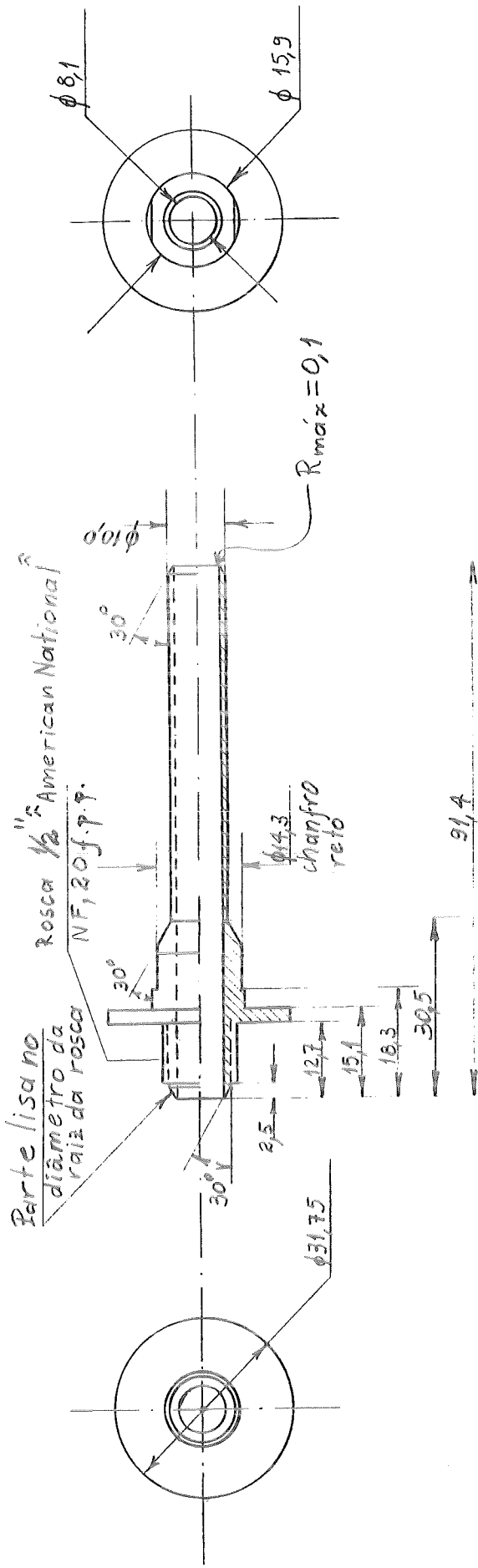
Cotovelo

Design-Marcas	Dimensão	
	Ciclone I	Ciclone II
A	14,2	14,2
B	11,4	7,6
C	14,0	10,2
D	8,8	7,7
E	11,4	7,6
F	14,0	10,2

Projeto NPIE-31.17.00
 Junho/97 - R/NE JM

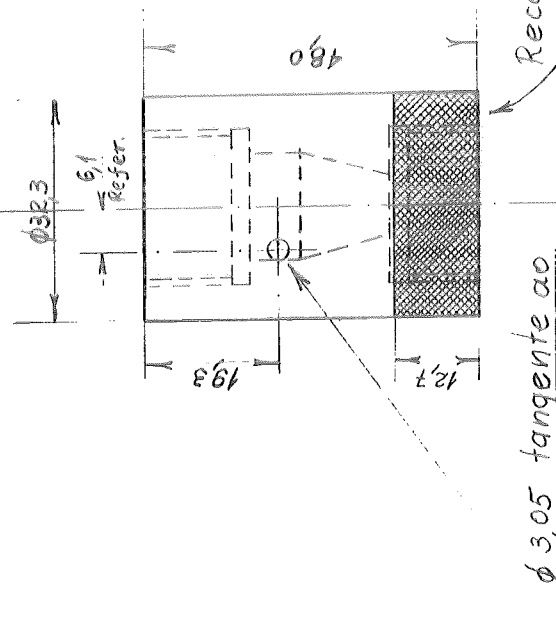
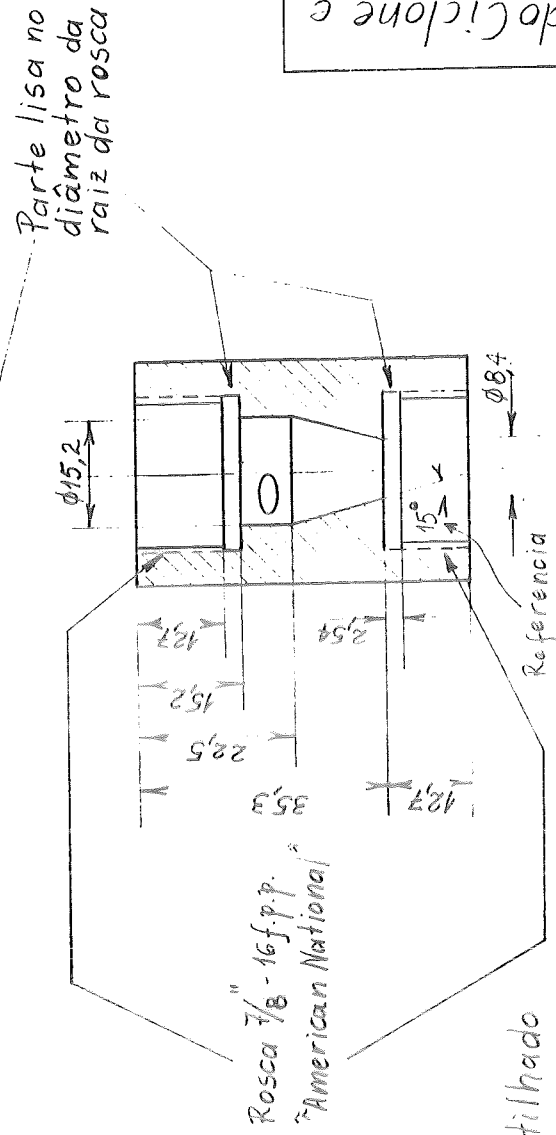
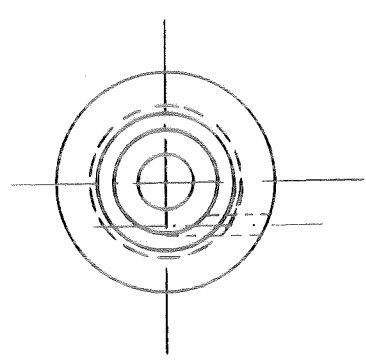
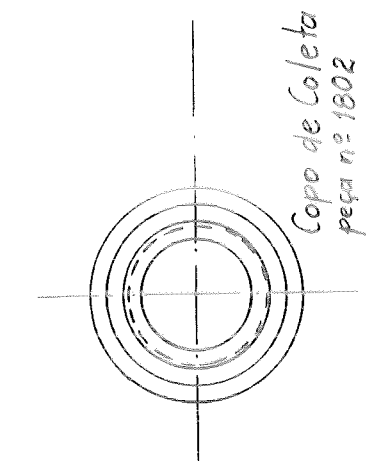
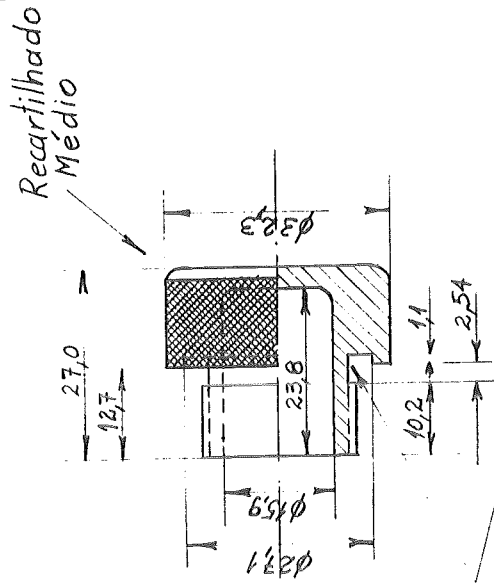
BIBLIOTECA

Cotoveiros - nos 1101, 1102 e 1103
 Bocais



Superfícies internas polidas

Todos os filetes e cantos $R = 1,5 \text{ mm}$



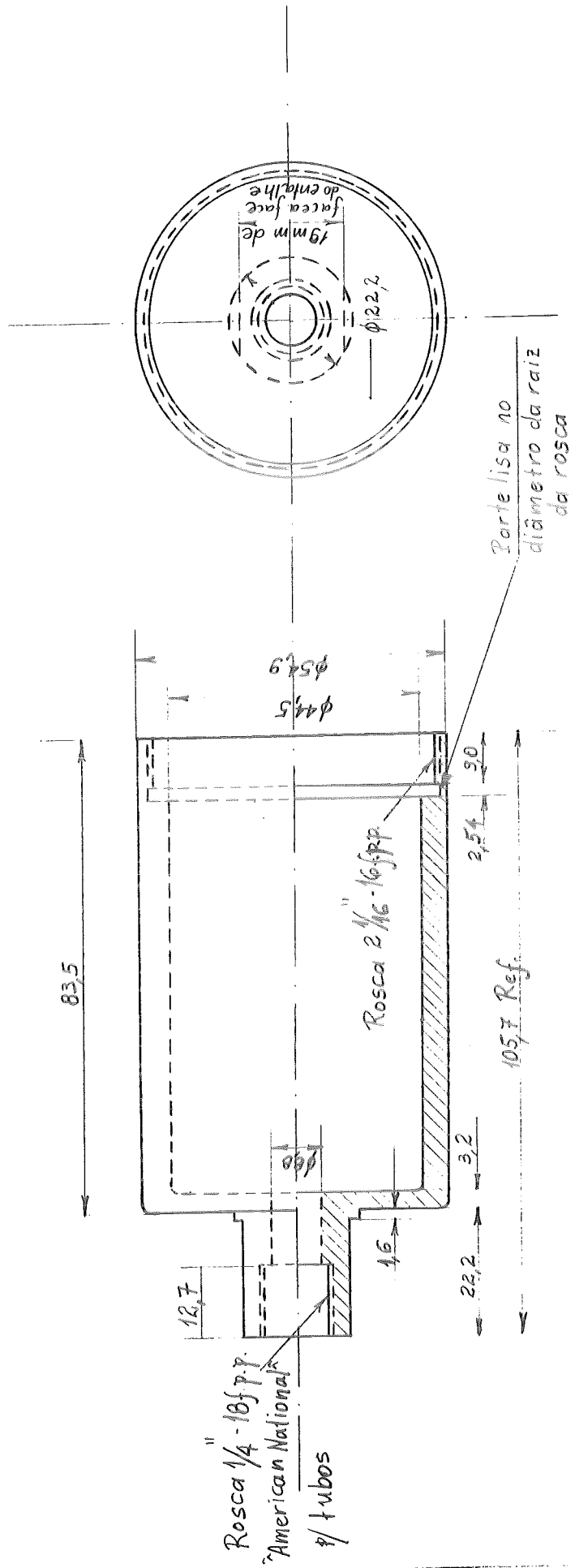
Corpo do Ciclone e peças nºs 1801 e 1802

Parte interna do cone polida

Corpo do Ciclone peça nº 1801

Projeto NIPPE-31-17-00

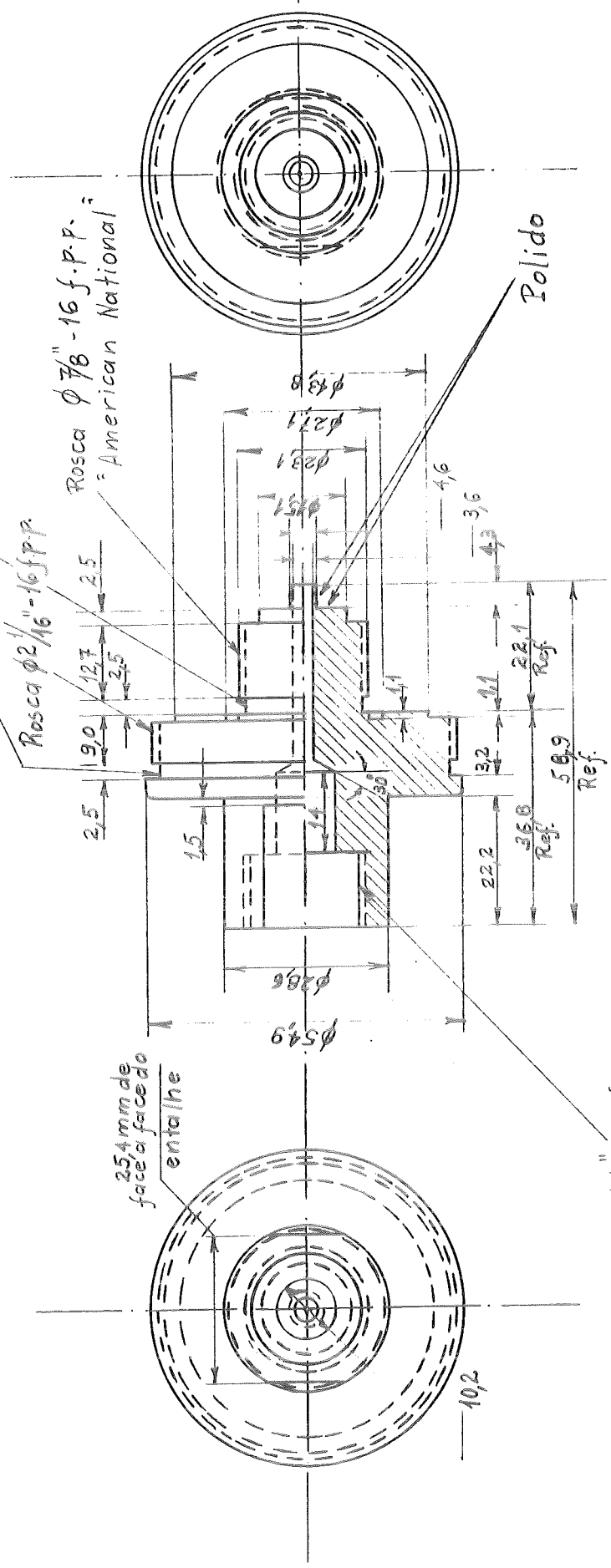
Todos os filetes e cantos R=1,5 mm



Projeto NPE-31-17.00
Ul. 100 BIA S. S.

Parte lisa no diâmetro da raiz da rosca

Todos os Filetes e Cantos R=1,5 mm



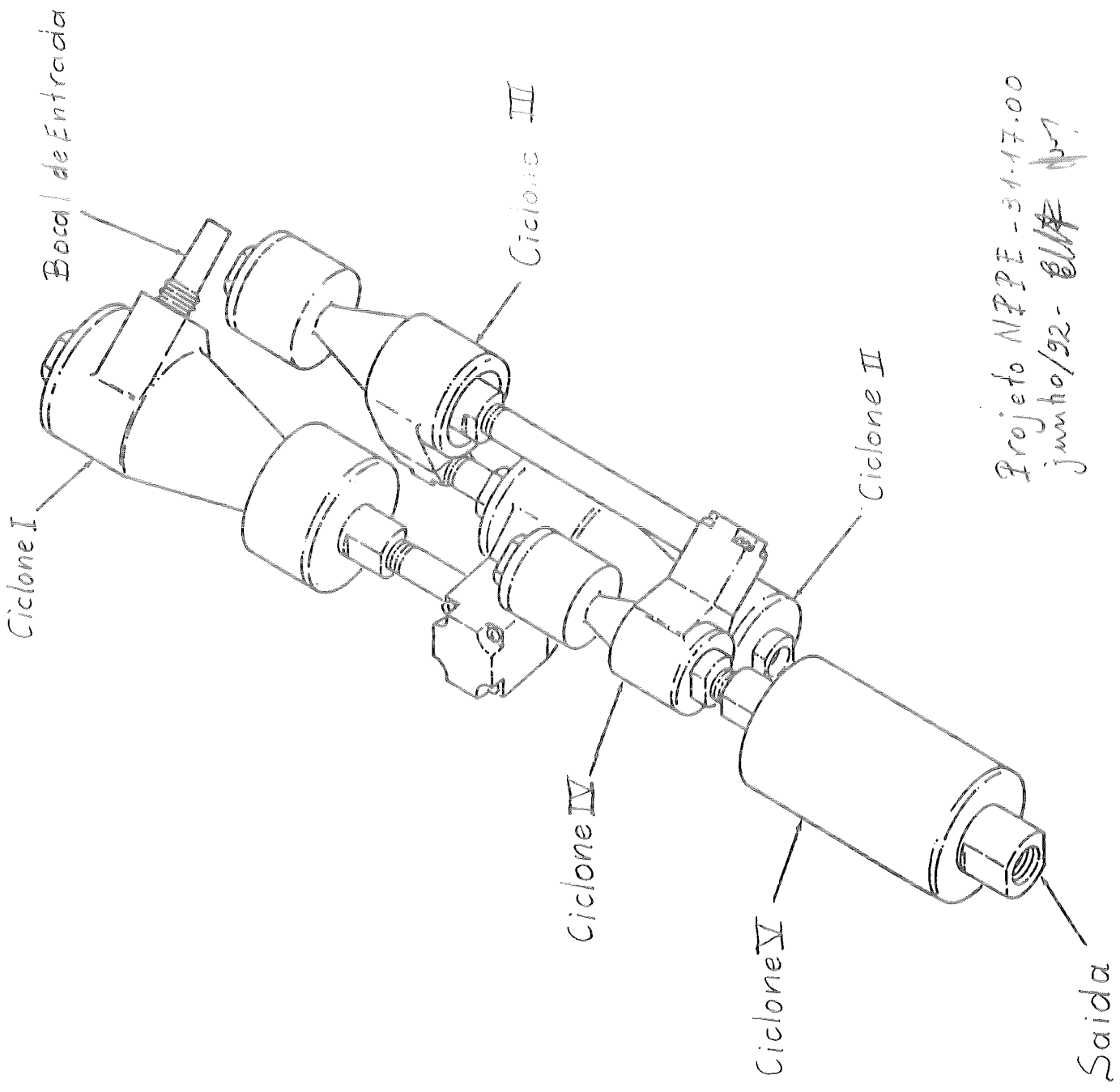
Rosca $\phi 2 \frac{1}{16}$ " - 16 f.p.p.

Rosca $\phi \frac{7}{8}$ " - 16 f.p.p. American National

25,4 mm de face a face entalhe

Polido

Rosca $\phi \frac{1}{2}$ " - 14 f.p.p. para tubos com 12,7 mm de profundidade



Projeto NPE - 31.17.00
junho/92 - ~~ELP~~ *W*

SETESA - CIA. DE INVESTIGACIONES SOCIALES AMBIENTALES
BIBLIOTECA

ANEXO III

EMPRESAS CADASTRADAS E ATENDIDAS NESTE SETOR

- ADUBOS TREVOS S/A.
- AEROMECÂNICA DARMA S/A.
- ALCAN ALUMÍNIO DO BRASIL S/A.
- AMBIÊNCIA - ENGENHARIA DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA.
- AMBIENTAL CONSULTORIA E SANEAMENTO S/C LTDA.
- AMBIENTEC - TECNOLOGIA AMBIENTAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
- ARACRUZ CELULOSE E PAPEL
- BAYER S/A.
- BASF BRASILEIRA S/A. - INDÚSTRIAS QUÍMICAS
- BIOGALÊNICA QUÍMICA E FARMACÊUTICA LTDA.
- CARBOCLORO OXYPAR INDÚSTRIAS QUÍMICAS S/A.
- CBC INDÚSTRIAS PESADAS S/A.
- CELPAV - COMPANHIA VOTORANTIN DE CELULOSE E PAPEL
- CNEN - COMISSÃO DE ENERGIA NUCLEAR
- COMPANHIA SIDERÚRGICA PAIS
- COPERSUL - COMPANHIA PETROQUÍMICA DO SUL
- CVRD - COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
- CTA - CONSULTORIA TÉCNICA AMBIENTAL LTDA.
- COSIPA - COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA
- COPEBRÁS S/A.
- ECONSULT - ESTUDOS E AVALIAÇÕES AMBIENTAIS LTDA.
- ECP - ENGENHARIA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO LTDA.
- ENERGÉTICA - INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
- FERTILIZANTES MITSUI S/A - INDÚSTRIA E COMÉRCIO
- FOXWATER - TECNOLOGIA DE ÁGUA LTDA.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS - CETEC
- LIQUID QUÍMICA S/A.
- MANAH S/A.
- MONSANTO DO BRASIL S/A.
- PRAMEQ INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
- RCLF - MEDIÇÕES AMBIENTAIS LTDA.
- RIPASA S/A - CELULOSE E PAPEL
- RODHIA S/A
- RIOCELL S/A
- SGS DO BRASIL S/A.
- SOLVAY DO BRASIL S/A.
- TASQA - SERVIÇOS ANALÍTICOS
- ULTRAFERTIL S/A - INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE FERTILIZANTES

ANEXO IV



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

PROCOP

PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO

PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

PROCOP

RELATÓRIO DE VIAGEM

VINCENZO RIVELLI

São Paulo

1989

PROCOP-PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO
PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA
SUBPROGRAMA DE TREINAMENTO
BOLSA DE ESTUDO DE CURTA DURAÇÃO

1. **Dados pessoais do bolsista**

- 1.1 Vincenzo Rivelli
- 1.2 Engenheiro Químico
- 1.3 Gerente de Setor de Testes de Equipamentos Ar-Água

2. **Bolsa**

- 2.1 PROCOP/EPA Southern Research Institute
- 2.2 Birmingham, Alabama - USA
- 2.3 28 de agosto a 31 de outubro

3. **Objetivo da viagem**

Proporcionar ao bolsista, a familiarização com os equipamentos utilizados no sistema de geração de aerossóis, bem como a manutenção dos equipamentos pertinentes ao sistema, além de conhecer novas técnicas de trabalho na amostragem de chaminés com o emprego de impactadores inerciais e ciclones

4. **Coordenador do programa da viagem**

- 4.1 Dr. Joseph D. McCain
- 4.2 Environmental Physics Section - Setor de Física Ambiental - Environmental Sciences Research Department - Departamento de Pesquisa de Ciência Ambiental.
- 4.3 2000 Ninth Ave. South
P.O Box 55305
Birmingham, Alabama 35255-5305
(205) 5812000

5. **Programa de Viagem**

- 5.1 Treinamento e utilização de impactadores inerciais e ciclones, usados em amostragem de chaminés.
- 5.2 Visitas técnicas em fornecedores e fabricantes dos equipamentos a serem adquiridos por esta área, tais como:
:
contador ótico, e analisador de multicanais.
- 5.3 Consultas bibliográficas na área de ciencias ambientais
- 5.4 Conhecer os processos de trabalho do Instituto, para futuras aplicações na área.

6. Entidade visitada

6.1 Entidade

- a) Sourthern Research Institute - Instituto de Pesquisas do Sul.
- b) 2000 Ninth Avenue South
P.O Box 55305
Birmingham, Alabama 35255-5305 USA
- c) Período: 28/08/89 a 31/10/89.
- d) Organograma do Instituto (Vide anexo I)
- e) Finalidade : O Instituto é ~~privado~~ com subsídios do Estado do Alabama e do Governo Federal .

Todos os programas tem por finalidade, prestar serviços industriais, pesquisa e consultoria.

- f) Subordinação, direção geral, organização administrativa todas estas informações estão no anexo I.

A parte grifada do anexo I é o departamento no qual o bolsista estagiou.

- g) Encarregado do programa da visita:

Dr. Joseph D. McCain (dito no item 4.2)

6.1.1 Parte visitada:

- a) Aerosol Science Division- Divisão de Ciência do Aerossol

Chefe: A.D. Willianson.

- b) Souther Research Institute.
- c) 60 dias - de 28 de Agosto a 31 de Outubro.
- d) As pessoas contactadas estão no anexo I.

Grandy B. Nichols - Diretor - Environmental Sciences Research - Pesquisas de Ciencias Ambientais.

D.H. Pontius - Gerente - Applied Technology Division - Divisão de Tecnologia Aplicada.

A.D. Willianson - Chefe de Setor - Aerosol Science Division - Divisão de Ciência do Aerossol.

McCain J.D. - Acessor Técnico - Environmental Physics Section - Setor de Física Ambiental.

Snyder T.R. - Técnico - Applied Physics Section - Setor de Física Ambiental.

- e) O laboratório visitado , possui um sistema idêntico ao construído na Cetesb/NPPE , denominado Geração de Aerossóis.
- f) Os equipamentos utilizados neste Sistema como o contador ótico, analizador de multicanais, geradores polidispersos, válvulas e orifícios.

Conforme o projeto de No. 38.09.00, todos os equipamentos citados acima, estão no cronograma para aquisição.

Caso o projeto não atenda a sua solicitação, este ficará em difícil situação, pois afetará integralmente os trabalhos já iniciados.

Em anexo segue uma carta do Dr. Joseph D. McCain , onde manifesta a importância de alguns equipamentos.

- g) A área de aerossóis é um campo extenso e de difícil discernimento. Além disso, mundialmente existem vários físicos e químicos questionando e divergindo sobre este assunto .

Sob este aspecto e tendência de opiniões iguais entre o

Dr. McCain e o bolsista, facilitaria muito para a Cetesb/NPPE ter a disposição alguns periódicos, para posterior consulta, segue sugestão a compra/assinatura.

- **Aerossol Science and Technology**

The journal of the American Association for Aerosol Research (Is publisher bimonthly) By.

Elsevier Science Publishing Co, Inc.

52 Vanderbilt Ave, New York, N.Y. 10017

Custo estimado US\$ 196,00 + US\$ 20,00 (taxas)

- **Journal of Aerosol Science**

Published by Pergamon Press Inc.

Maxwell House, Fairview Park, Elmsford

N.Y 10523, USA.

Custo estimado marco alemão DM\$ 675,00.

- h) As atividades realizadas na visita , forneceram ao bolsista, uma visão prática referente as metodologias utilizadas em campo (amostragens de chaminé e dutos com impactadores inerciais e ciclones) e em laboratório (calibração dos mesmos).

7. **Comentário sobre a bolsa usufruida**

O Instituto visitado, forneceu total subsidio ao bolsista tanto no profissional (munindo-o de pessoal técnico, computadores, literaturas e equipamentos) como também na parte social (auxiliando-o na procura de acomodações, etc)

O projeto em questão consta de mais duas bolsas que serão usufruidas no mesmo local. O pedido será estipulado posteriormente pelo coordenador do projeto.

O SoRI , divulga alguns periódicos ou publicações com assuntos pertinentes a esta área, sugerimos que seja efetuado um convênio, para que nós possamos adquirir os mesmos.

8. Resumo do relatório

Durante o período da visita , o bolsista realizou uma revisão bibliográfica na biblioteca de ciências ambientais do referido Instituto.

O bolsista participou de vários trabalhos em campo, isto é amostragem em indústrias , empregando novas metodologias e equipamentos.

Utilizou também, vários programas de computador referente a amostragens de particulados para determinação de tamanho de partícula e calibração de equipamentos.

Todo o trabalho executado foi registrado em fitas de vídeo cassete, slydes e fotografias, desta forma , auxiliará e beneficiará todos os trabalhos futuros que serão desenvolvidos na NPPE.

Para efeito de divulgação, o bolsista trouxe um documentário sobre o Instituto visitado.

Conforme organograma em anexo, há no Instituto departamentos de grande interesse, que poderão ser visitados futuramente por técnicos de diferentes áreas da Cetesb.

O objetivo proposto, foi totalmente alcançado, entretanto o assunto relevante é muito dinâmico , desta forma haverá grande necessidade de que seja realizado uma futura visita pelo Dr. McCain ao nosso laboratório , para que possamos acompanhar e registrar todo o desenvolvimento sobre o assunto em questão.

OBSERVAÇÃO

Segue em anexo a xerox do certificado de conclusão do referido estágio do bolsista.

DATA: 22/12/89

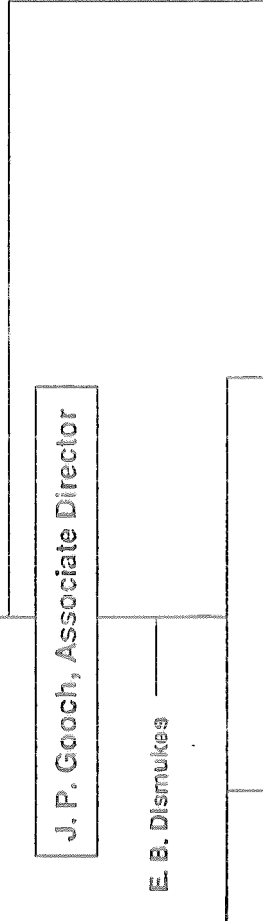
NOME: Vincenzo Rivelli

ASSINATURA:

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header, including the number '100'.

Vertical text along the right edge of the page, possibly a page number or a list of items.

ENVIRONMENTAL SCIENCES RESEARCH
Grady B. Nichols, Director



Process Development Division
(J. P. Gooch)

Applied Technology Division
D. H. Pontius

Aerosol Science Division
A. D. Williamson

Industrial Effectiveness Division
R. L. Jeffcoat

Combustion Research Section
R. S. Dahlin

O'Neal, J. S.
Pinehart, Brenda
Steels, M. R.
White, T. A.

Control Device Evaluation Section
G. H. Marchant, Jr.

Carlton, J. D.
O'Neal, K. D.
Page, W. J.

L. G. Felix
M. G. Faulkner

Control Systems Technology Section
E. C. Landham

Hammond, T. F.
Hester, J. G.
Lindsey, C. V.
Merritt, R. L.
Young, R. P.

Applied Physics Section
F. V. Bush

Robinson, M. S.
Snyder, T. R.

Fabric Filter Research Section
K. M. Cushing

Bohn, A. K. ***
Garrett, J. L. ***
Heaphy, R. F. **
Kenniston, G. E. *
Stye, R. H. *
Wilson, R. R.

(McCain, J. D.)
Steels, W. J.

Aerosol Physics Section
W. E. Farthing

Belzer, F. E.
Coker, R. N.
Daves, S. S.
Fowler, C. S.
Johnson, D. A.
Pyle, B. E.

Mindel, S. H.
Wright, J. A.

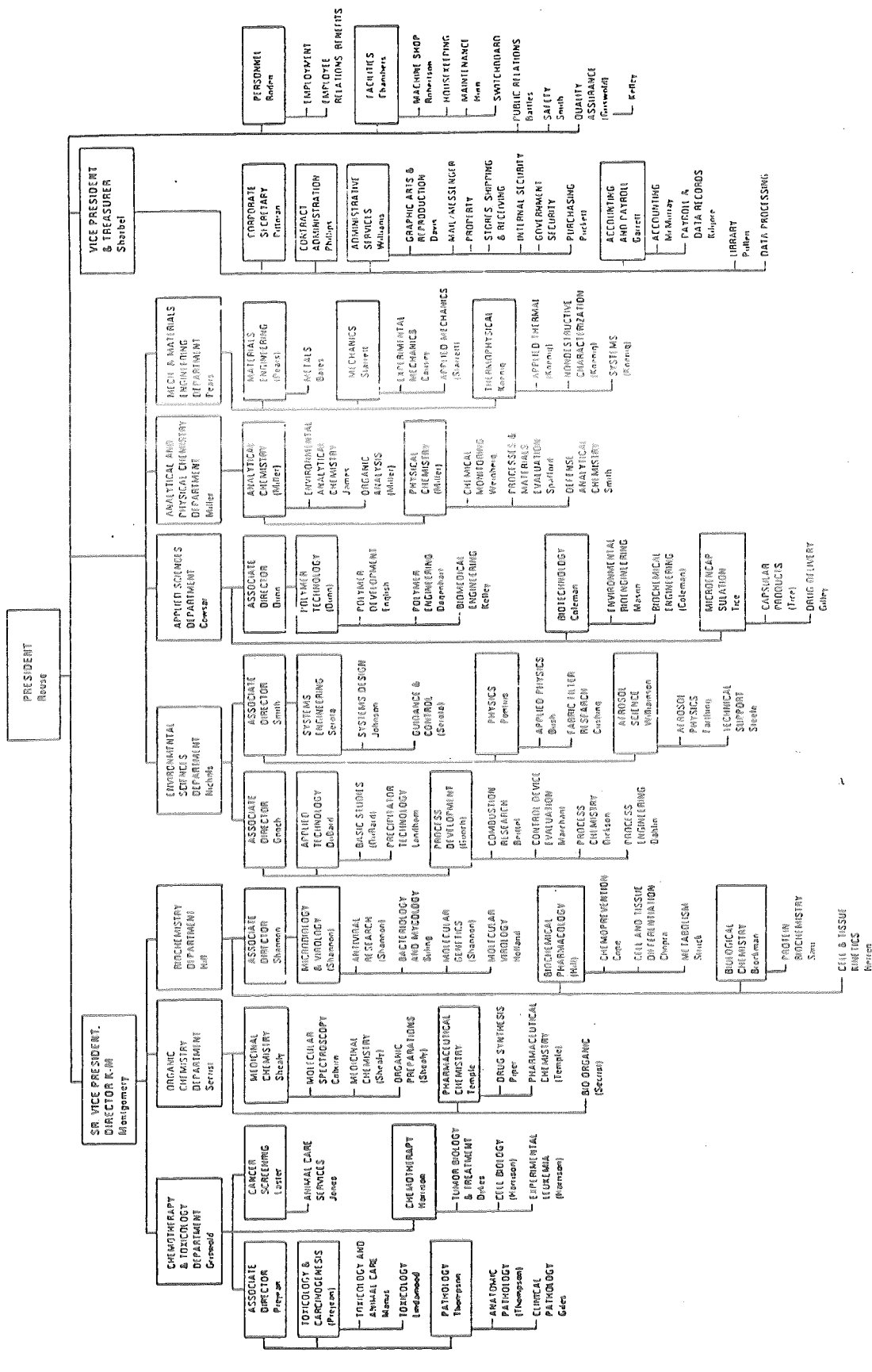
Secretaries:
Frances Amlage
Wanda Corley
Fran Everett
Lee Holt
Barbara Jackson
Vickie Jefferson
Jill Pate

Sabert Oglesby Laboratory
817 22nd Street, South
Birmingham, Alabama
(205) 581-2000

* Pueblo, CO 719/543-1612
** Sneads, FL 904/593-6273
904/593-6447
*** Buffalo, NY 716/795-3145
716/795-3146

Telecopier - (205) 581-2448
Contracts - (205) 581-2425

ORGANIZATIONAL CHART



615-230 B

Figure 1. Overall corporate structure of the Institute.



Southern Research Institute

November 27, 1989

Dr. Arlindo Philippi Jr.
CETESB
Av. Prof. Frederico Hermann, Jr., 345
CEP 05459
Sao Paulo, Brazil

Dear Dr. Philippi:

Eng. Vincenzo Rivelli has completed his PROCOP #380900 work with us here at Southern Research Institute. This work was carried out during his stay from late August through October 1989. The work was primarily concerned with calibration methods for inertial particle sizing devices and field operation of inertial particle sizing devices. Mr. Rivelli also made use of the opportunity provided by his visit to review the literature in our Environmental Sciences Library pertinent to his work at CETESB. He also reviewed various computer programs applicable to particulate sampling and particle sizing and obtained copies of programs that he felt might be of use to himself and/or others at CETESB.

During the course of our discussions the need became evident for an optical particle counter and multichannel analyser for use in Eng. Rivelli's laboratory work at CETESB. This combination of devices is required for use in two of the three most useful calibration methods for inertial particle sizing devices (impactors and cyclones). Their availability would also make calibration operations with CETESB's existing Vibrating Orifice Aerosol Generator more efficient and accurate. A Climet Model 208 or similar optical particle counter and/or an equivalent are recommended for these applications.

It was a pleasure having Eng. Rivelli here to work with us. Please let us know if we can be of any further service to CETESB in the future.

Sincerely,

Joseph D. McCain
Senior Staff Physicist

JDM:fea
cc: V. Rivelli

SOUTHERN RESEARCH INSTITUTE

presents this

Certificate of Achievement

to

Vincenzo Rivelli

*for participation in and successful completion of
360 hours of training in*

**Calibration and Operation of
Inertial Particle-Sizing Devices**

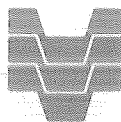
30 August-25 October 1989

J. D. McCain

Instructor

[Signature]
President

Data Acquis.	31/10/96
Indic.	Memo 230/96 ACA de 8/10/96
Contalia:	
Preço:	€5
Data Formas:	31/10/96



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros

Fone: (011)210-1100 - Fax: (011)813-0227

Telex: 1183053 - CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil