



Instalação, modificação, orientação e operação do conjunto fornalha-trocador de calor do "secador tubular" tradicional da região cacaueira da Bahia

JAIRO CUNHA
CLIVER R. McDONALD

Boletim Técnico 144

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA
Órgão vinculado ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisas do Cacau
Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22
Bahia, Brasil
1986

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Presidente: Iris Rezende Machado, Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior, Diretor da CACEX

Secretário-Geral: João Carlos Monteiro de Carvalho

Secretário-Geral Adjunto: José Carlos Simões Peixoto

Frederico Monteiro Álvares-Afonso

Coordenador Regional: Julival Fernandes Pereira

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente: Iris Rezende Machado

Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior

Diretor da CACEX

Alvaro Fernandes da Cunha

Representante do Governo do Estado da Bahia

Gerles Gama

Representante do Governo do Estado do Espírito Santo

Orlantildes Péricles de Carvalho Filho

Presidente do Conselho Nacional dos Produtores de Cacau – CNPC

Araguacy Affonso Rego

Representante do Ministério da Indústria e do Comércio

José Geraldo Hosannah Cordeiro

Representante do Banco Central do Brasil

Aurélio Correa do Carmo

Representante do Governo do Estado do Pará

José Rodrigues do Prado

Representante do Governo do Estado de Rondônia

Jabes Souza Ribeiro

Representante da Associação dos Municípios da Região Cacaueira da Bahia

Humberto Salomão Mafuz

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Albérico da Costa Brito

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Hélio Bandeira Neves

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Carlos Fernando Monteiro Lindenberg Filho

Representante dos Produtores de Cacau do Espírito Santo

Paulo Dias Morelli

Representante dos Produtores de Cacau do Pará

José Mendonça de Amorim Filho

Representante dos Produtores de Cacau de Rondônia

Paulo de Tarso Alvim Carneiro

Representante dos Empregados do Quadro Permanente da CEPLAC



Instalação, modificação, orientação e operação do conjunto fornalha-trocador de calor do "secador tubular" tradicional da região cacaueira da Bahia

JAIRO CUNHA
CLIVER R. McDONALD

Boletim Técnico 144

**Centro de Pesquisas do Cacau
Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22
Bahia, Brasil
1 9 8 6**

BOLETIM TÉCNICO

Publicação de periodicidade irregular, editada pelo Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), destinada à veiculação de artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agrônômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau, de autoria de pesquisadores e técnicos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), e eventualmente de técnicos de outras instituições.

Chefe do CEPEC: João Manuel de Abreu

Chefes Adjuntos: Messias Gonzaga Pereira e Ebiezel Nascimento de Andrade Filho.

Comissão de Editoração: Jorge Octavio Alves Moreno, Coordenador; Antonio Henrique Marano; Guillermo Enrique Smith Figueroa; Hilmar Ilton Santana Ferreira; José Luiz Bezerra; José Martins Correia de Sales; Lícia Margarida Gumes Lopes; Maria Bernadeth Machado Santana; Raul René Valle Meléndez; Rosane Freitas Schwan.

Editor: Jorge Octavio Alves Moreno

Diagramação e Montagem: Diana Lindo

Preço do exemplar: Cz \$ 20,00

Endereço:

BOLETIM TÉCNICO

CEPLAC/DIBID – Caixa Postal 7

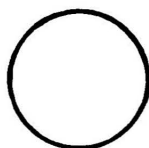
45600 Itabuna, BA

Boletim Técnico I

1970

**Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1970 –
22,5 cm**

**1. Cacau – Periódicos. I. Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira, ed.**



CDD 630.7405

INSTALAÇÃO, MODIFICAÇÃO, ORIENTAÇÃO E OPERAÇÃO DO CONJUNTO FORNALHA-TROCADOR DE CALOR DO “SECADOR TUBULAR” TRADICIONAL DA REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA

*Jairo Cunha**
*Clive R. McDonald**

O “secador tubular” tradicional da região cacaueira do Sul da Bahia tem um princípio de funcionamento muito complexo, onde detalhes aparentemente simples podem ter grande influência no seu desempenho e, conseqüentemente, podem afetar o tempo e economia de operação, assim como a qualidade final do cacau (McDONALD, CUNHA e FREIRE, 1982).

Por algumas dezenas de anos este secador representou a única opção de secagem artificial, além da tradicional secagem ao sol nas “barcaças” que é um processo muito lento (10 dias em média), podendo durar até 20-22 dias (GHOSH e CUNHA, 1975).

A observância das orientações contidas neste trabalho é de fundamental importância para que o cacaucultor possa obter as melhores condições de operação de seu secador.

Através de simples modificações no seu princípio de funcionamento (McDONALD e CUNHA, 1980) é possível, praticamente, eliminar os riscos de vazamento de fumaça através do conjunto fornalha-trocador de calor e conseqüente absorção do seu cheiro pelo cacau.

Aspectos construtivos e operacionais da fornalha e do trocador de calor vão garantir uma maior vida útil dos mesmos.

Eliminação do Cheiro de Fumaça

Foi conseguida através da eliminação da “borboleta” localizada na base da chaminé. A presença da “borboleta” impedia que a tiragem da chaminé se fizesse de maneira integral e eficiente, ao longo do trocador (Figura 1A). Isto gerava uma alta pressão no interior do trocador de calor e fornalha, o que provocava o vazamento de fumaça, do interior do trocador para o interior da câmara, através dos flanges mal vedados e furos por dano no trocador, além dos vazamentos pela boca da fornalha e penetração da fumaça no interior da câmara, através dos orifícios existentes no “espelho” da fornalha. Esta fumaça, no interior da câmara, só tinha uma saída: através da massa de cacau, contaminando-o.

Com a substituição da “borboleta” por um registro localizado na boca do cinzeiro, a tiragem da chaminé se faz agora até a boca da fornalha (Figura 1B). Os interiores do trocador e fornalha passaram a funcionar em baixa pressão. Isto quer dizer que 1) se houver um furo no trocador ou uma brecha num flange vai entrar ar do interior da câmara para dentro do trocador; 2) se a porta da fornalha for aberta vai haver sucção do ar exterior para dentro da fornalha. Assim, não existe mais possibilidade de vazamento de fumaça.

Instalação do Conjunto

Quando da aquisição de novos trocadores de calor deve-se considerar os pontos que seguem.

1. As espessuras mínimas devem ser 7,9 mm (5/16”) para a chapa da fornalha, 6,35 mm (1/4”) para a chapa da primeira seção do trocador e 4,76 mm (3/16”) para as chapas das seções seguintes (Figura 2). Estas dimensões vão responder pela longevidade do trocador de calor e fornalha. Como isto implica numa garantia do investimento feito, recomenda-se que estas dimensões sejam verificadas pelo comprador. A melhor maneira é acompanhar a construção do conjunto fornalha-trocador de calor na metalúrgica. Caso não seja possível, deve-se pedir ao fabricante que leve o conjunto com dois pequenos orifícios de 3,17 mm (1/8”), um na parte de baixo do cinzeiro da fornalha e outro na parte de baixo do primeiro tubo. Antes de assentar a chapa, fazer a verificação como mostra a Figura 3. Os buracos podem ser fechados com solda, tapados com qualquer pedaço de prego ou até deixados abertos porque não trarão maiores inconvenientes.

2. O controle de entrada de ar para a queima da lenha é feito por um registro localizado na boca do cinzeiro (Figura 4). Este registro é que vai garantir o conjunto fornalha-trocador de calor a não vazar fumaça. Ele substitui a antiga “borboleta” que era colocada no final do trocador.

3. Uma fornalha com buracos na frente (no espelho) não traz nenhuma vantagem; ao contrário, facilita a entrada de fumaça na câmara, contaminando o cacau. O espelho deve ser completamente fechado como mostram as Figuras 2, 4, 7 e 8.

4. Entre a fornalha e a parede do secador deve haver uma folga de 2 mm (Figura 4). Folga menor dificulta a sua dilatação e maior permite a entrada de fumaça.

5. O cinzeiro deve ter 23 cm de altura, o que dá um reservatório suficientemente grande para a coleta das cinzas (Figura 5B e 7).

Pedir ao fabricante um rodo metálico com o formato do cinzeiro para facilitar a retirada das cinzas (Figura 6).

6. Um conjunto de crivos no fundo da fornalha é bastante para secadores de até 6 x 6 m. A parte inicial da fornalha deve ser fechada com chapa de 7,9 mm (5/16”) e a lenha deve ser arrumada em cima dos crivos, de maneira transversal (Figura 5A e 5B). A introdução desta chapa vai forçar o ar de combustão a passar pela lenha em brasa e se aquecer mais eficientemente.

7. A fornalha deverá ter, depois do conjunto de crivos destinado a queima da lenha, uma barreira vertical constituída de uma chapa de ferro de 7,9 mm (5/16") tendo na sua frente três crivos (Figura 5A, 5B e 7), para evitar a passagem das brasas e lenha para o primeiro tubo. O lugar para estas brasas é em cima dos crivos horizontais que são bastante fortes para aguentar o seu calor. Um espaço de 18 cm na parte de cima é suficiente para a passagem do calor (Figura 5A e 5B). A Figura 7 apresenta maiores detalhes e dá as principais dimensões da fornalha e crivo. A Figura 8C mostra a barreira vertical da fornalha, vista pelo lado do trocador de calor.

8. A porta da fornalha deve ser construída aproveitando-se todo o espaço do seu diâmetro (Figuras 7 e 8A e 8B) para facilitar o operário no ato da colocação e arrumação da lenha em cima dos crivos. Além de facilitar o seu trabalho, ele poderá trabalhar um pouco mais distante do fogo, recebendo menos calor.

9. A utilização de chaminé de tijolos (Figura 9) oferece um bom rendimento em termos de aproveitamento de calor, enquanto a chaminé metálica propicia grande perda de energia (igual à da própria chapa dentro da câmara) que, conseqüentemente, aumenta o consumo de lenha. Esta perda vai diminuir a sucção da chaminé e aumentar a possibilidade do vazamento de fumaça.

10. O conjunto fornalha-trocador de calor pode ser instalado na horizontal, eliminando-se a inclinação que só traz dificuldades no assentamento. O importante é a altura da chaminé e a temperatura média em seu interior (McDONALD, CUNHA e FREIRE, 1982).

Modificação do Conjunto

No caso da existência do secador tubular com o conjunto fornalha-trocador de calor já instalado, recomenda-se proceder as modificações segundo indicado no item "instalação do conjunto" observando que os itens 1 e 5 não podem ser alterados e o item 8, apesar de possível, aumenta bastante o custo das modificações.

Estas modificações custam muito pouco em relação ao custo total do secador e trazem um efeito muito grande, tanto na qualidade do cacau (eliminação do cheiro de fumaça) quanto no custo de operação (reduzindo o consumo de lenha).

Esta melhora da eficiência do secador paga, em pouco tempo, o custo das modificações referidas.

Orientação do Conjunto

A orientação do conjunto fornalha-trocador de calor depende da orientação do próprio secador, que por sua vez é dependente da direção dos ventos dominantes.

Tendo este tipo de secador a convecção natural como princípio de funcionamento, o que lhe confere um baixo fluxo de ar através da massa do cacau, torna-se de capital importância o aproveitamento da força dos ventos dominantes para aumentar este fluxo. Assim sendo, o secador deve ser localizado da seguinte maneira:

- A chaminé (final do trocador de calor) deve ficar do lado dos ventos domi-

mentes, ficando a fornalha do lado oposto aos ventos (Figura 9).

- Cada secador necessita de 4 entradas de ar, cada uma com 40 x 30 cm todas localizadas ao lado dos ventos dominantes, isto é, do mesmo lado da chaminé (Figura 9)

- Para que o vento possa penetrar na câmara e tornar a secagem mais eficiente, todas as barreiras, tais como árvores, capins altos, outras construções etc., devem ser retiradas da frente das entradas de ar, no mínimo 25 metros. As entradas de ar devem ficar desobstruídas (Figura 9).

- A saída de ar do secador é feita através de pelo menos 4 janelas acima do lastro, cada uma com no mínimo 1 x 1 m, todas localizadas do lado contrário aos ventos dominantes, isto é, do lado oposto ao das entradas de ar. A baixa pressão criada pelo vento, na parede do secador oposta à sua direção (parede da fornalha), ajuda a succionar para fora o ar do interior do secador. Assim, as janelas aí colocadas ajudam também a aumentar o fluxo de ar que passa pelo cacau.

- Quando o secador já está construído o agricultor deve descobrir o lado dos ventos dominantes e providenciar as aberturas de entrada e janelas de saída do ar, conforme o já mencionado, caso não estejam já corretas. Outras entradas e janelas já existentes deverão permanecer fechadas durante o funcionamento do secador.

Operação do Conjunto

1. O uso de 30 kg de lenha pesados numa balança (Figura 10) e colocados rigorosamente de hora em hora na fornalha, ao longo de toda a secagem, dá uma secagem bastante regular, com maior eficiência e minimiza os perigos de “sombra” (secagem desuniforme) e de danificação da chapa da fornalha. Estes 30 kg por hora garantem também que o ar de secagem permaneça na faixa dos 60°C, que é a temperatura recomendada, e não prejudica a qualidade do produto.

2. O fluxo correto do ar de combustão da lenha é obtido fechando-se o registro na porta do cinzeiro. O ar que entra pelas irregularidades do encontro do registro com o cinzeiro é o suficiente para a boa queima da lenha (Figura 4). Caso o fogo comece a apagar com muita frequência deve-se então abrir o registro de 1 a 5 mm, abertura suficiente para manter o fogo aceso.

3. Cada hora, antes da colocação da lenha, agitar as brasas com o rodo metálico para deixar cair as cinzas. De 4 em 4 horas, retirar as cinzas do cinzeiro. A acumulação de cinzas na grelha ou no cinzeiro diminui seriamente o desempenho da fornalha.

A marca no rodo metálico, vista na Figura 6, é feita na posição igual ao comprimento da fornalha e é importante para que o operador saiba que o cinzeiro está limpo até o fundo, quando a marca vai coincidir com a borda externa da fornalha.

4. A lenha deve ser rachada para ter dimensões máximas de 75 cm de comprimento e 15 cm de largura (Figura 10).

Com esta dimensão a lenha pode ser colocada transversalmente sobre os crivos

horizontais. Nestas condições ela cobre melhor toda a área dos crivos, queima mais uniformemente e produz calor mais uniforme durante seu período de queima.

O uso de lenha verde diminui o rendimento da fornalha. Para evitar isto é recomendável preparar a lenha com 6 meses de antecedência, armazenando-a se possível em local coberto (Figura 14).

O uso de lenha de boa qualidade aumenta também o rendimento da fornalha.

5. Um termômetro localizado na parede, 1,15 m acima da fornalha, permite seguir o funcionamento do secador durante seu uso (Figura 11), para não deixar que a temperatura de secagem suba muito além dos 60°C recomendados.

Caso a parede do secador seja mais ou menos espessa que a da Figura 11, o termômetro deverá ser localizado tendo-se por base a parte interna da parede, podendo o visor do termômetro ficar um pouco para dentro ou para fora da face exterior da parede, respectivamente.

6. É recomendável que a fornalha e o trocador de calor sejam desmontados a cada ano para manutenção. Para facilitar a retirada dos parafusos embeba uma estopa em óleo diesel ou querosene e molhe-os. Faça isto duas vezes por dia pelo menos 5 dias antes da desmontagem.

Retirar qualquer cinza existente na fornalha e trocador de calor. Limpar o sistema por dentro e por fora, com uma escova de aço (Figura 12A e B). Pancadas leves dadas com um martelo podem ajudar muito a desprender as cinzas das paredes dos tubos. A cinza é material isolante e quando se acumula dificulta a passagem do calor de dentro para fora do tubo, aquecendo menos o secador.

Quando da montagem dos tubos, trocar os parafusos estragados por novos e vedar cada flange com junta ou corda de amianto de diâmetro 6,35 mm (1/4") (Figura 13).

7. Inspeccionar regularmente a junção entre o tubo de saída para a chaminé e a parede do secador. Rejuntar com massa feita com 1 lata de 20 litros de areia, 1 lata de terra (barro vermelho) e 2,5 kg de rapadura, melaço ou açúcar, quando a junção estiver quebrada, a fim de evitar entrada de fumaça no secador ou perda de ar quente (Figura 2).

8. Outros dados de operação e desempenho global do "Secador Tubular" são apresentados no ANEXO 1.

Literatura Citada

- GHOSH, B. N. e CUNHA, J. 1975. Effect of season on sun drying of cocoa beans in Brasil. Turrialba (Costa Rica) 25:396–403.
- McDONALD, C. R. e CUNHA, J. 1980. Manual de instalação e operação do secador tubular. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC. 12p.
- McDONALD, C. R., CUNHA, J. e FREIRE, E. S. 1982. Estudo do secador tubular tradicional da região cacaueira da Bahia. Ilhéus, BA, Brasil. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 91. 39p.

ANEXO 1

As recomendações contidas neste trabalho se aplicam também aos secadores do tipo “secador-barcaça”, exceto para as janelas (acima do lastro) que não existem neste

Para se saber a altura do lastro em relação ao piso, para qualquer dimensão de “secador tubular”, segue-se a seguinte regra geral: a distância do lastro para o **eixo da fornalha** é igual à **metade da largura** do secador.

Como a fornalha tem 80 cm de diâmetro e fica instalada a 10 cm acima do piso, tem-se sempre uma distância de 50 cm entre o piso e o seu eixo. Assim, basta somar 50 cm à metade da largura do secador para se encontrar a distância entre o lastro e o piso do secador. Exemplo: o secador tubular de 6 x 6 m tem 6 m de largura. Sua metade é 3 m que somados aos 50 cm mencionados dão 3,5 m para a altura do lastro em relação ao piso. Esta é a distância mínima. Distâncias maiores nem sempre vão melhorar o desempenho do secador e irão aumentar o custo de construção.

Seguindo-se as recomendações deste trabalho o “secador tubular” apresentará o desempenho médio indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Desempenho médio do “secador tubular”.

Características	Unidades	Secador 6 x 6 m
Área do lastro	m ²	36
Carga de cacau “mole”	kg	2.700
Peso seco	kg	1.450
Relação peso seco/peso úmido	%	53,7
Tempo de secagem	h	38 – 40
Revolvimento	h	2 em 2
Alimentação da fornalha	kg/h	30
Consumo de lenha ¹	m ³	1,9 – 2
Cacau seco/ano ²	arroba	3.480
Cacau seco/lenha	kg/kg	1,21
Eficiência	%	17,6
Custo estimado ³	milhões(Cr\$)	100,0

¹ Densidade da lenha – 600 kg/m³

² Secadores usados 36 vezes/ano (uma vez por semana durante 8 meses)

³ Em novembro de 1985

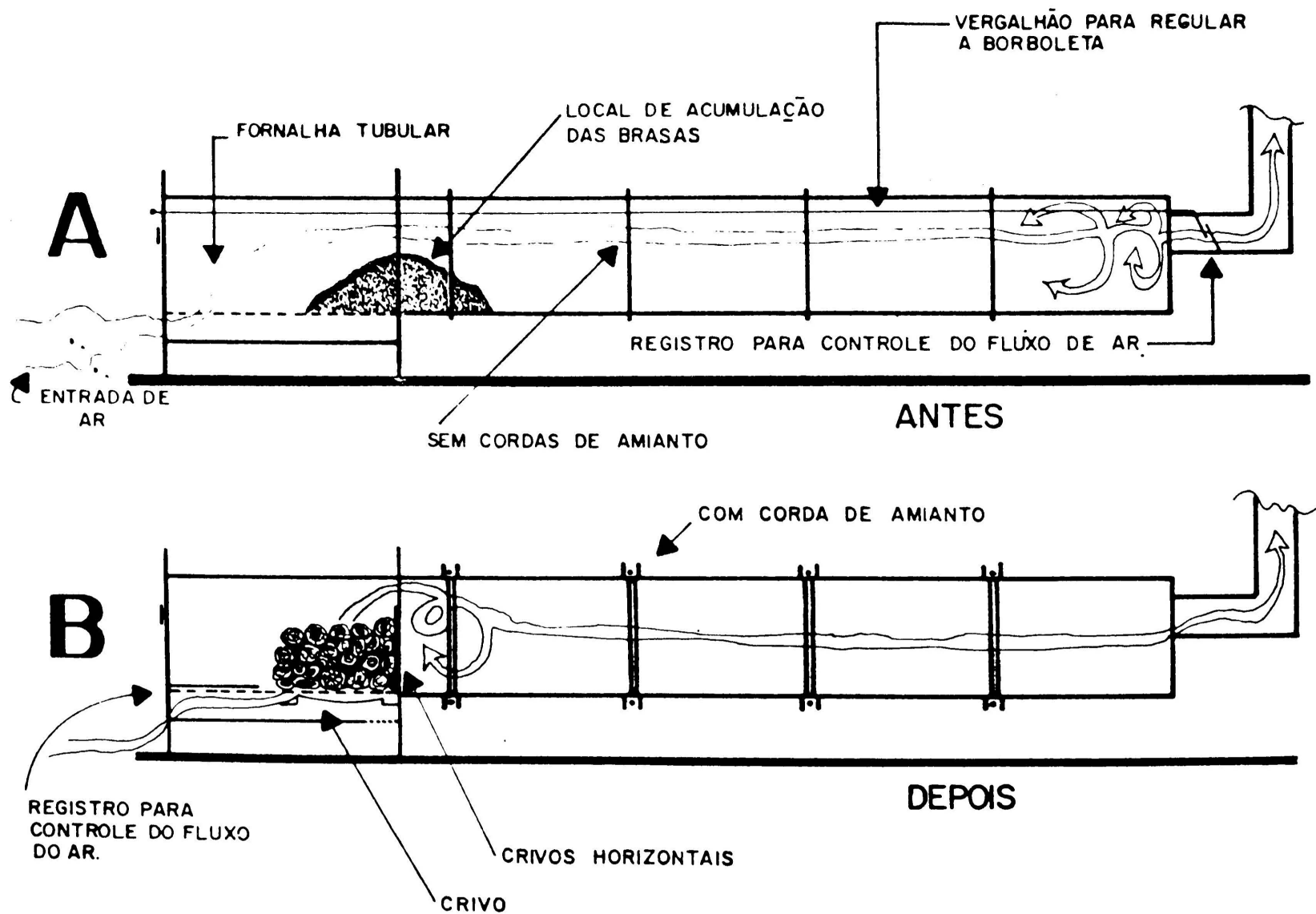


Figura 1 – Corte longitudinal da fornalha e do trocador de calor: A – com a “borboleta” na base da chaminé; B - com o registro na boca do cinzeiro.

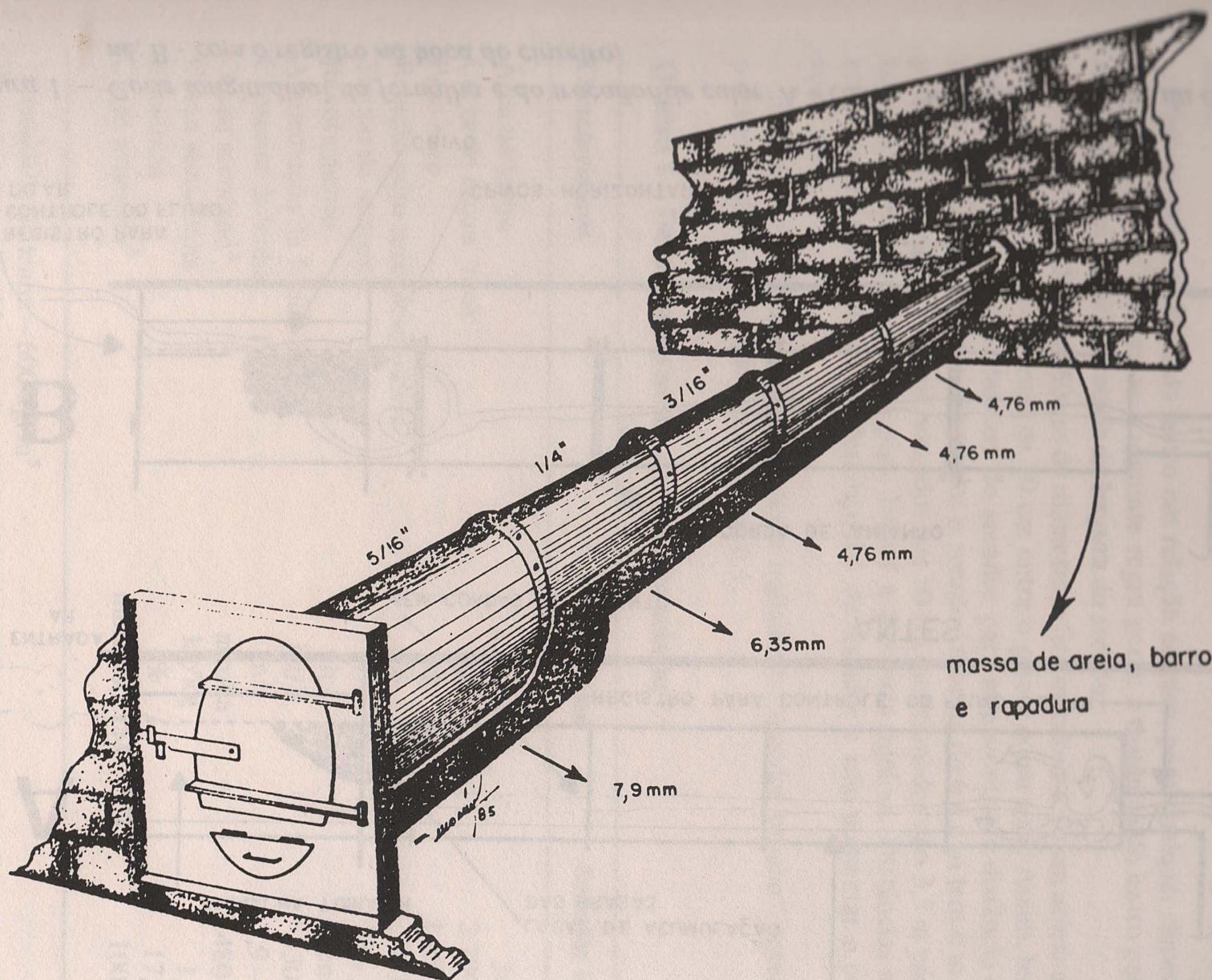


Figura 2 – Espessuras mínimas a serem obedecidas na confecção da fornalha e trocador de calor.

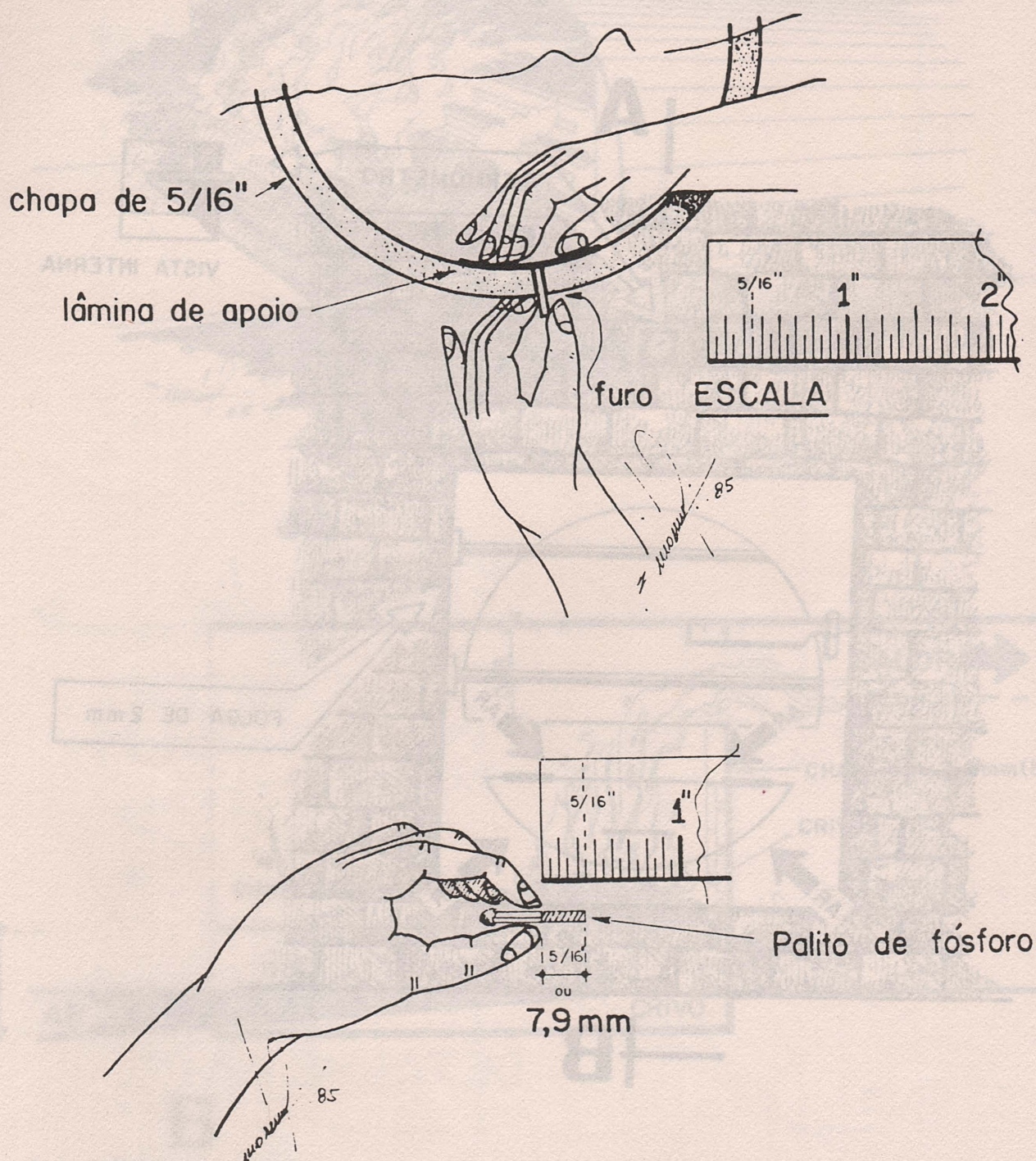


Figura 3 – Como verificar a espessura da chapa.

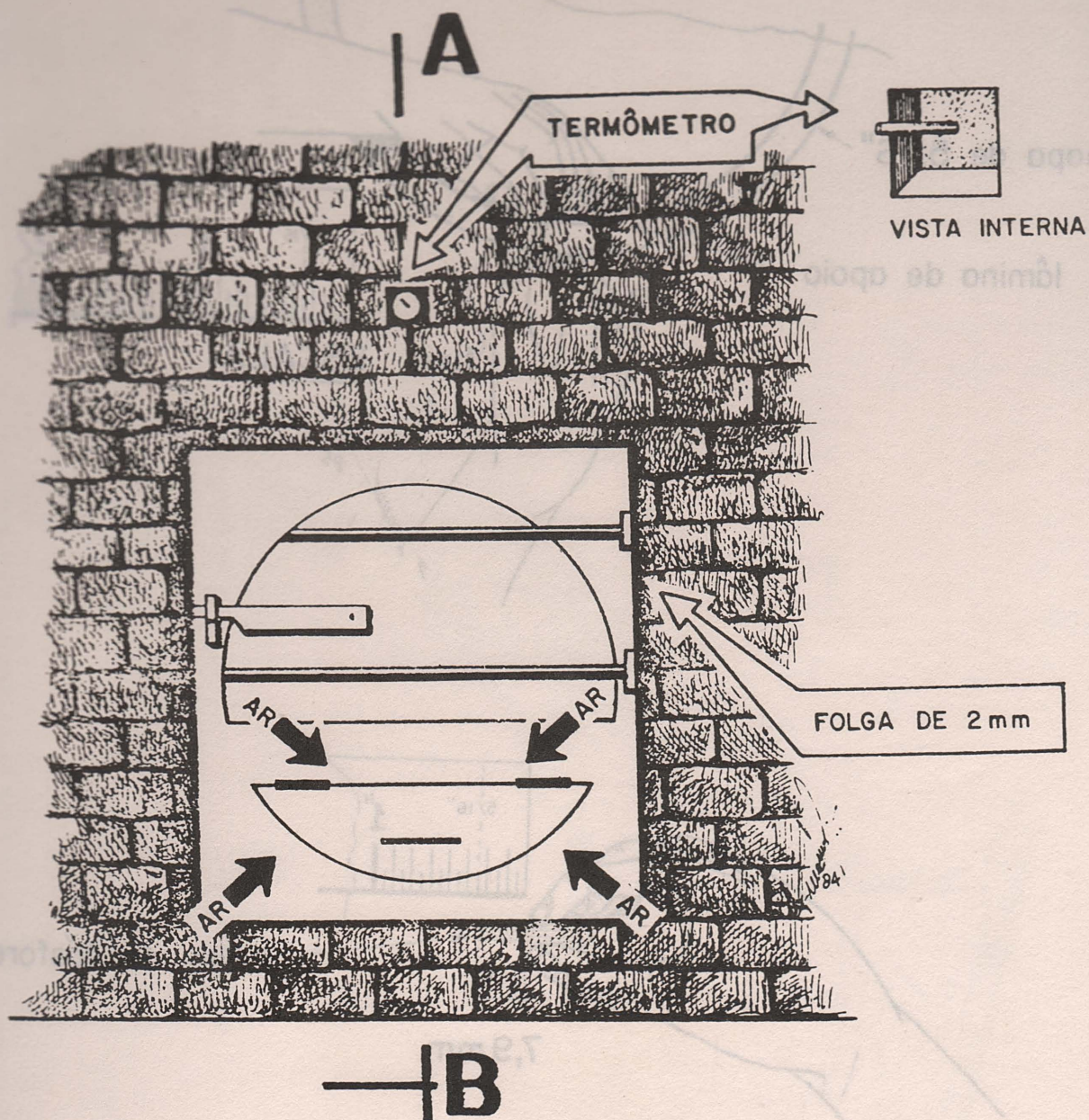
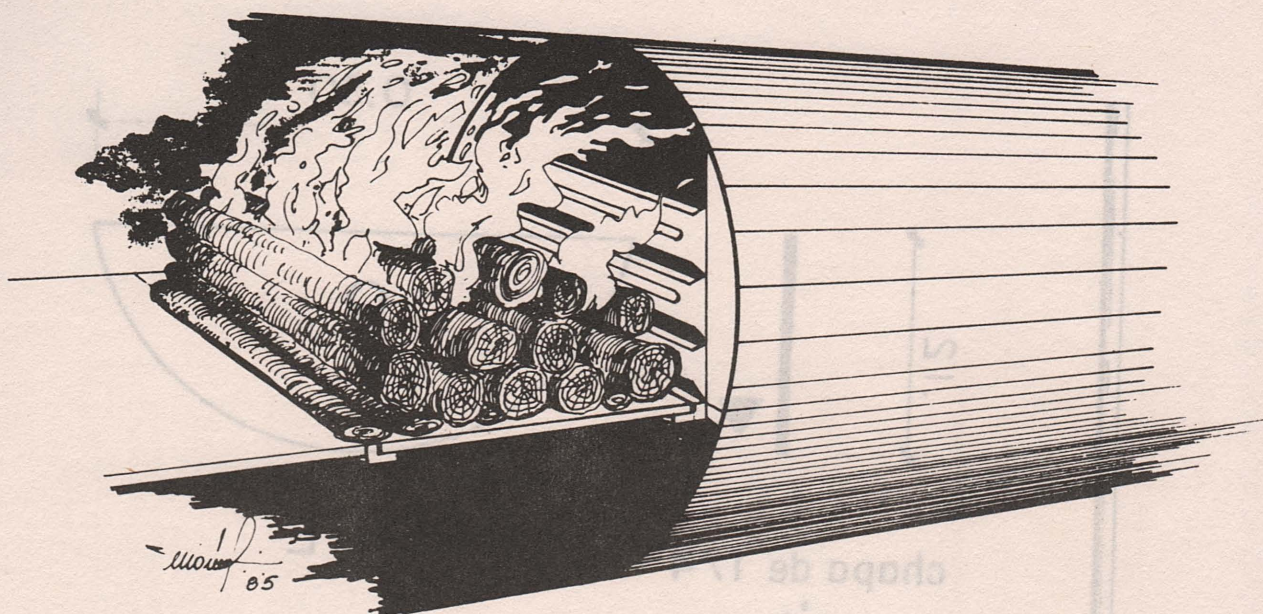
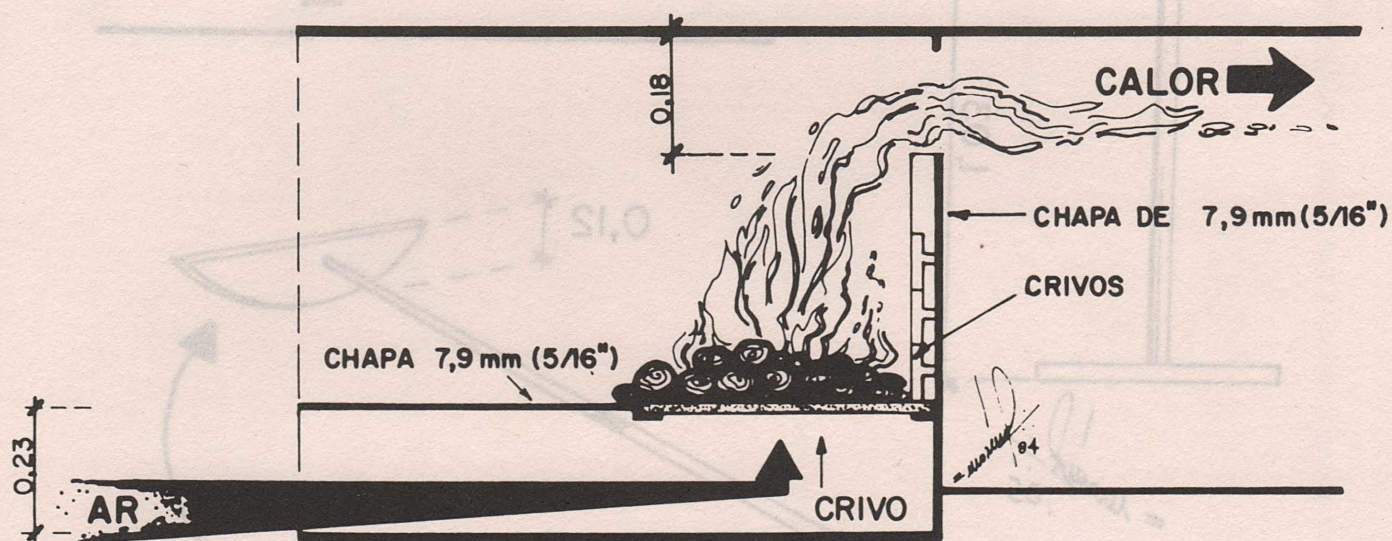


Figura 4 – Localização do registro e do termômetro para controle do ar de combustão da lenha e da temperatura do ar de secagem, respectivamente.



A



B

Figura 5 – Detalhes internos, organização da lenha e funcionamento da fornalha.

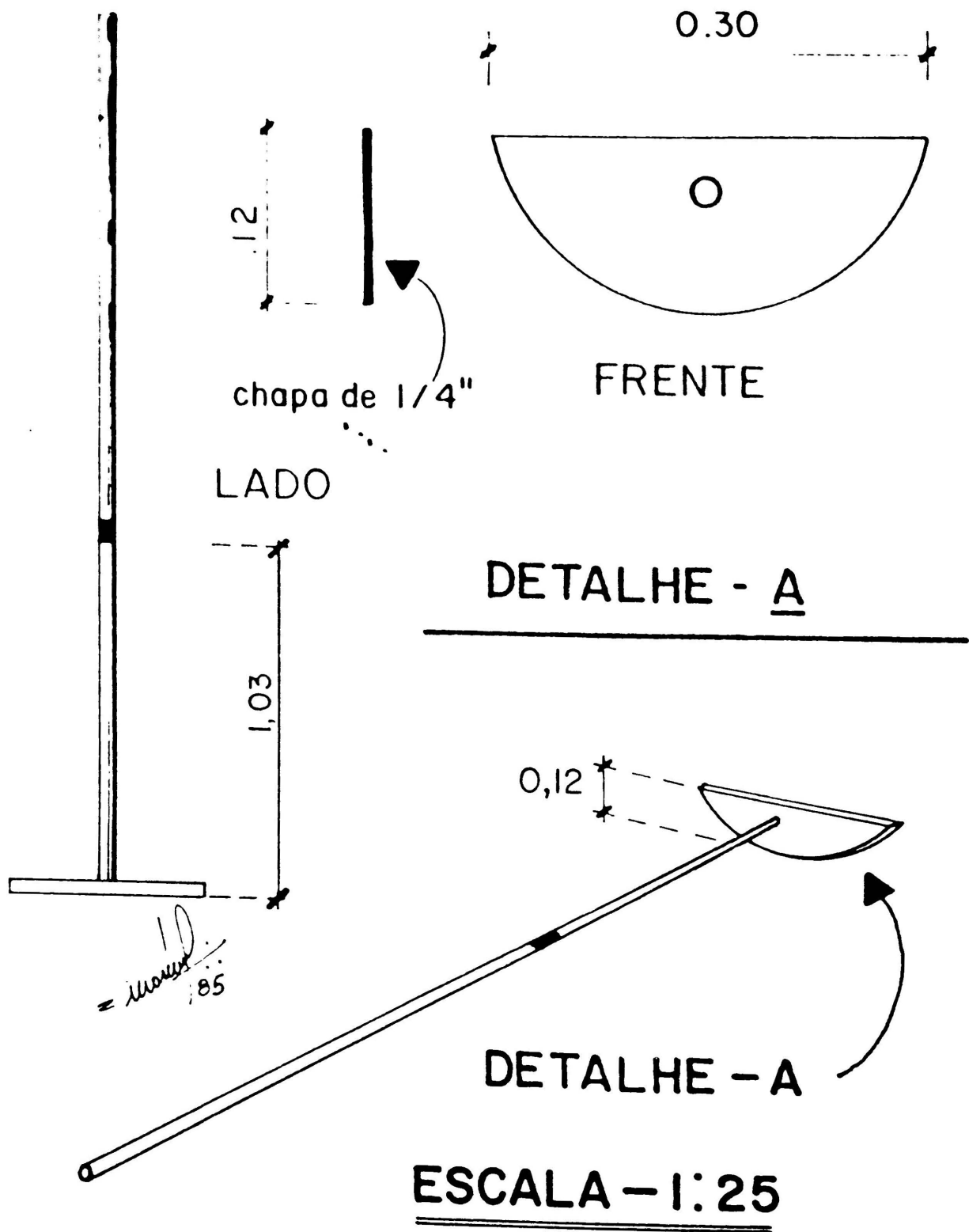


Figura 6 – Rodo metálico com marca indicando o comprimento da fornalha.

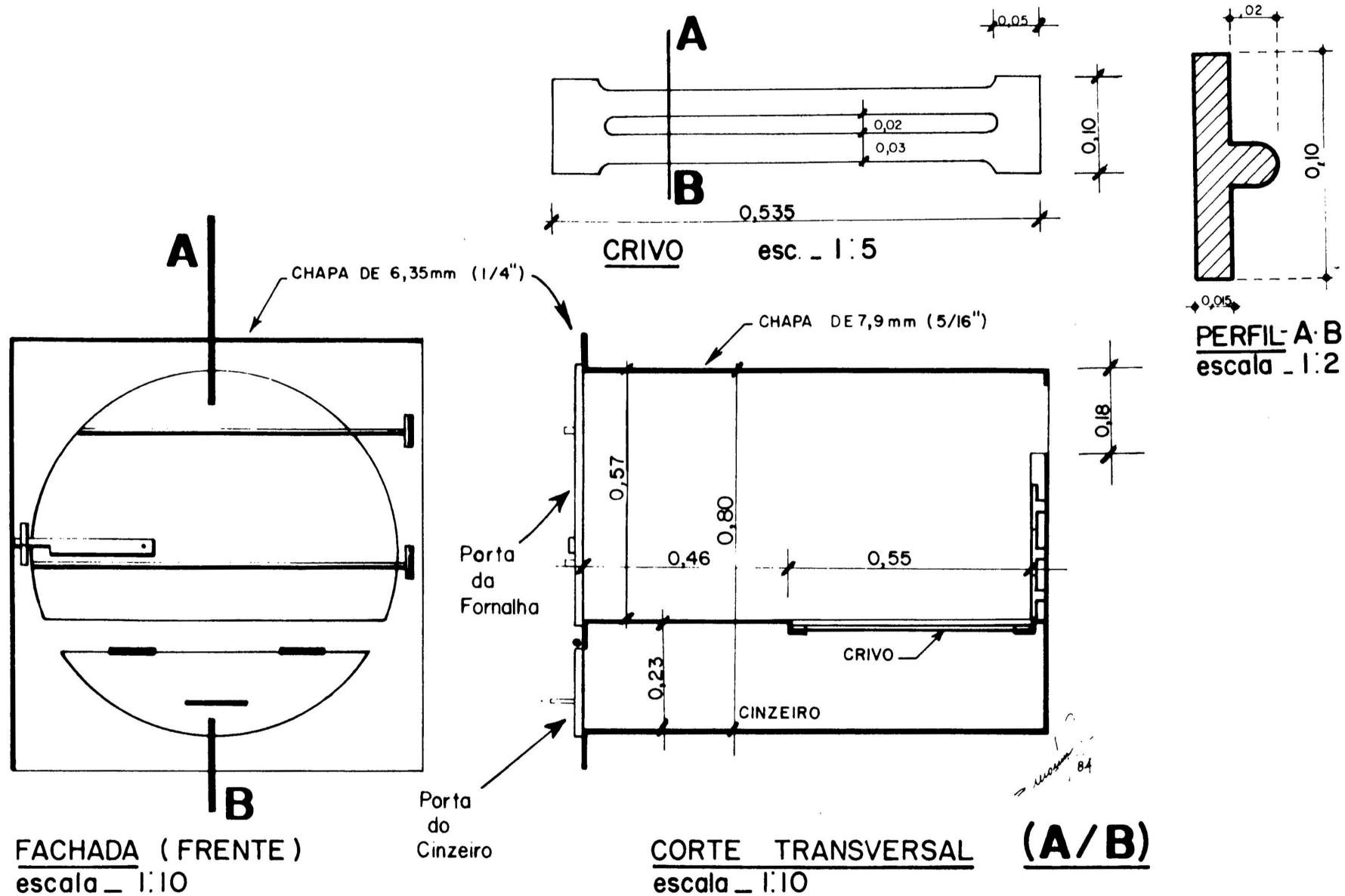


Figura 7 – Fachada e corte transversal da fornalha, a serem obedecidos pelos fabricantes.

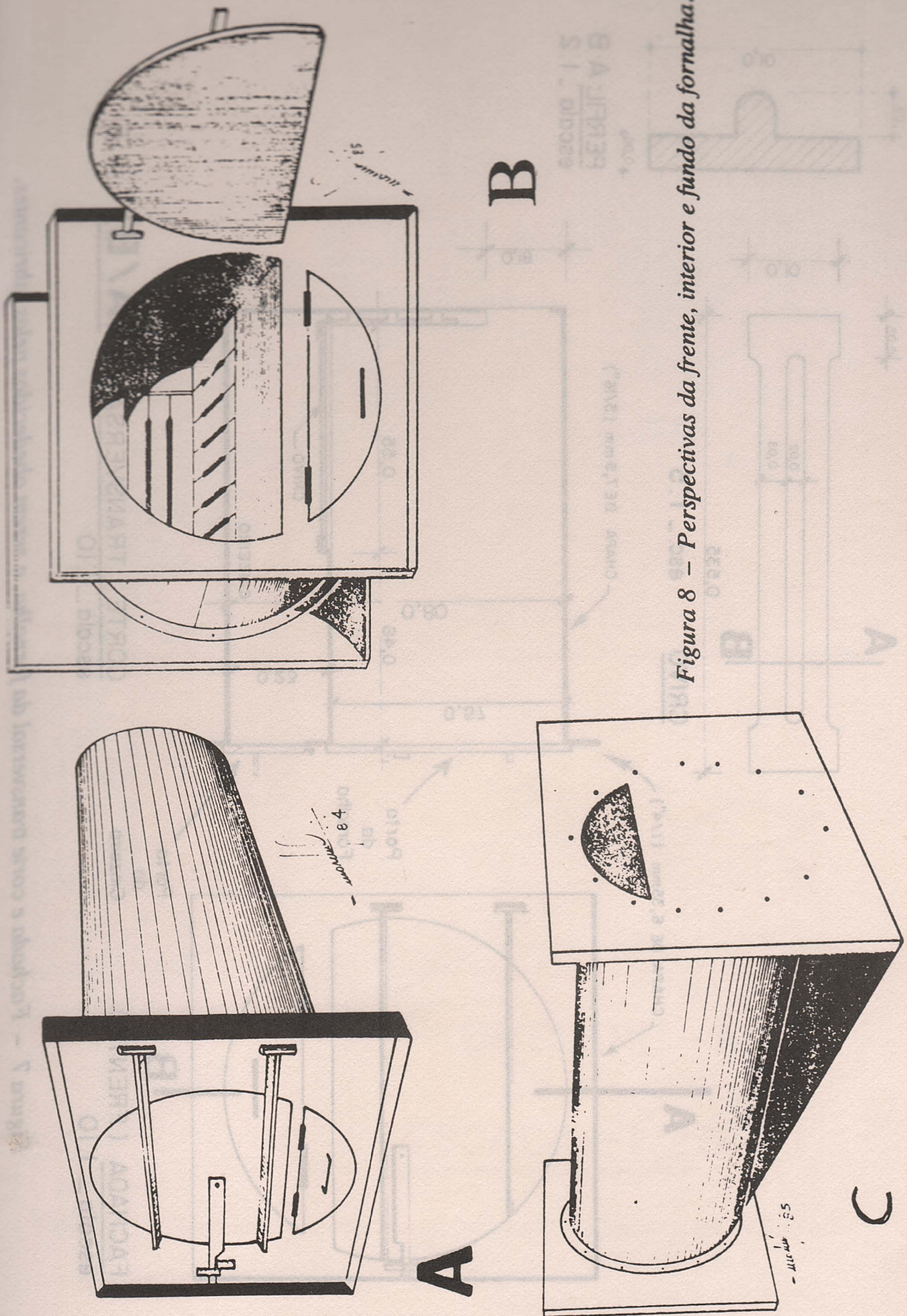


Figura 8 – Perspectivas da frente, interior e fundo da fornalha.

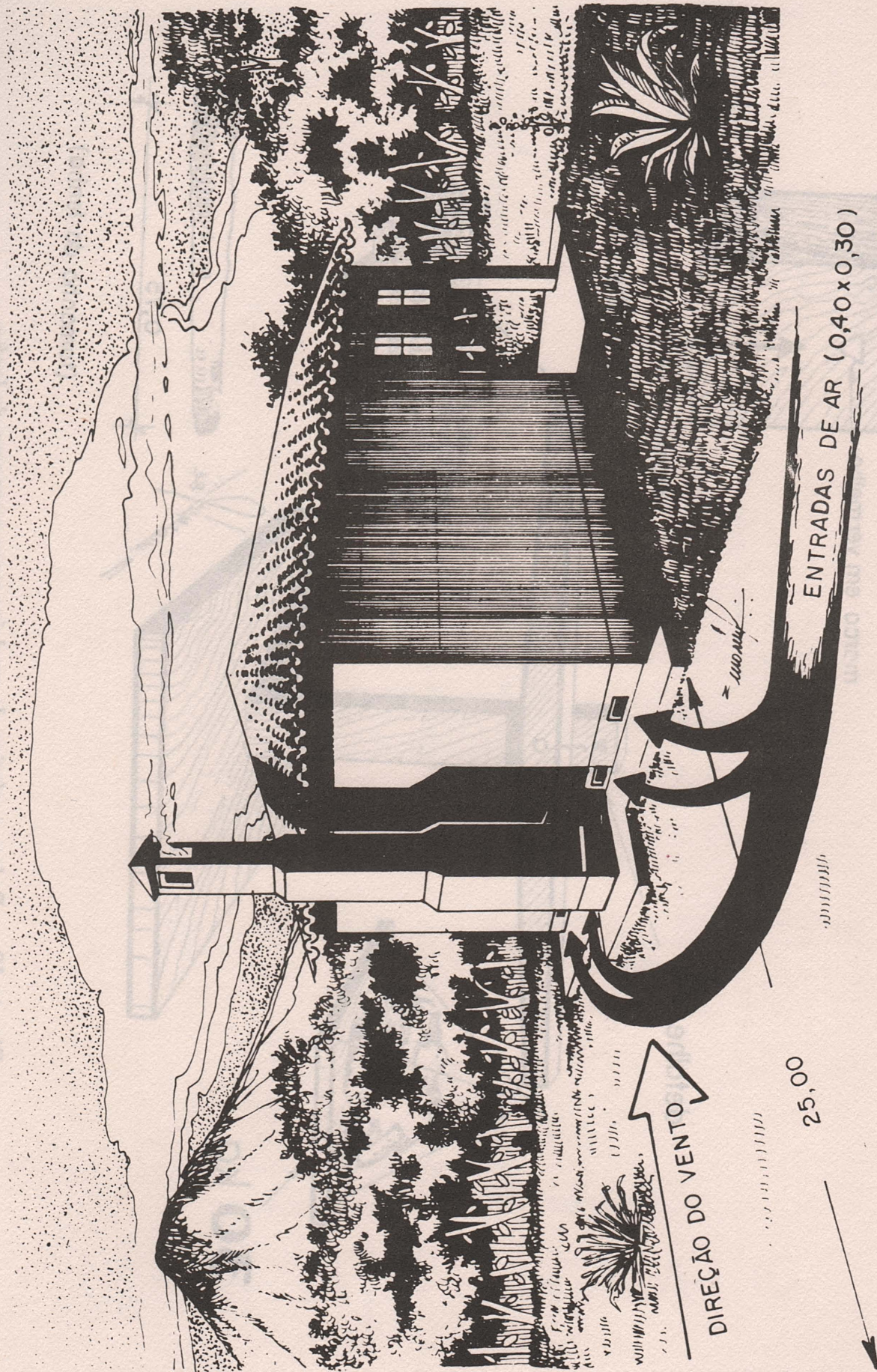


Figura 9 – Vista geral do secador tubular com indicação da direção dos ventos e dimensões das entradas de ar.

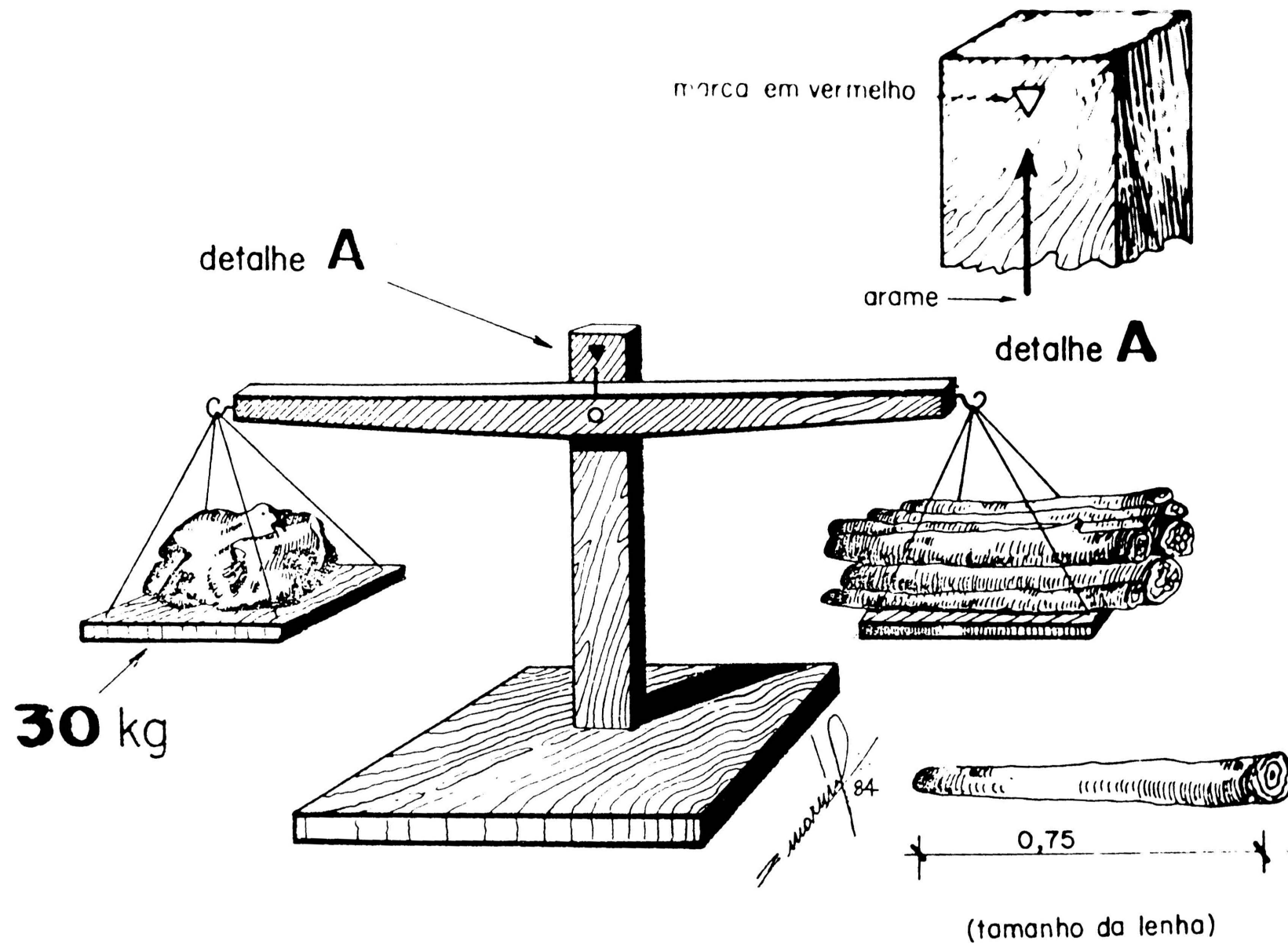


Figura 10 – Balança rústica de madeira para pesagem de lenha

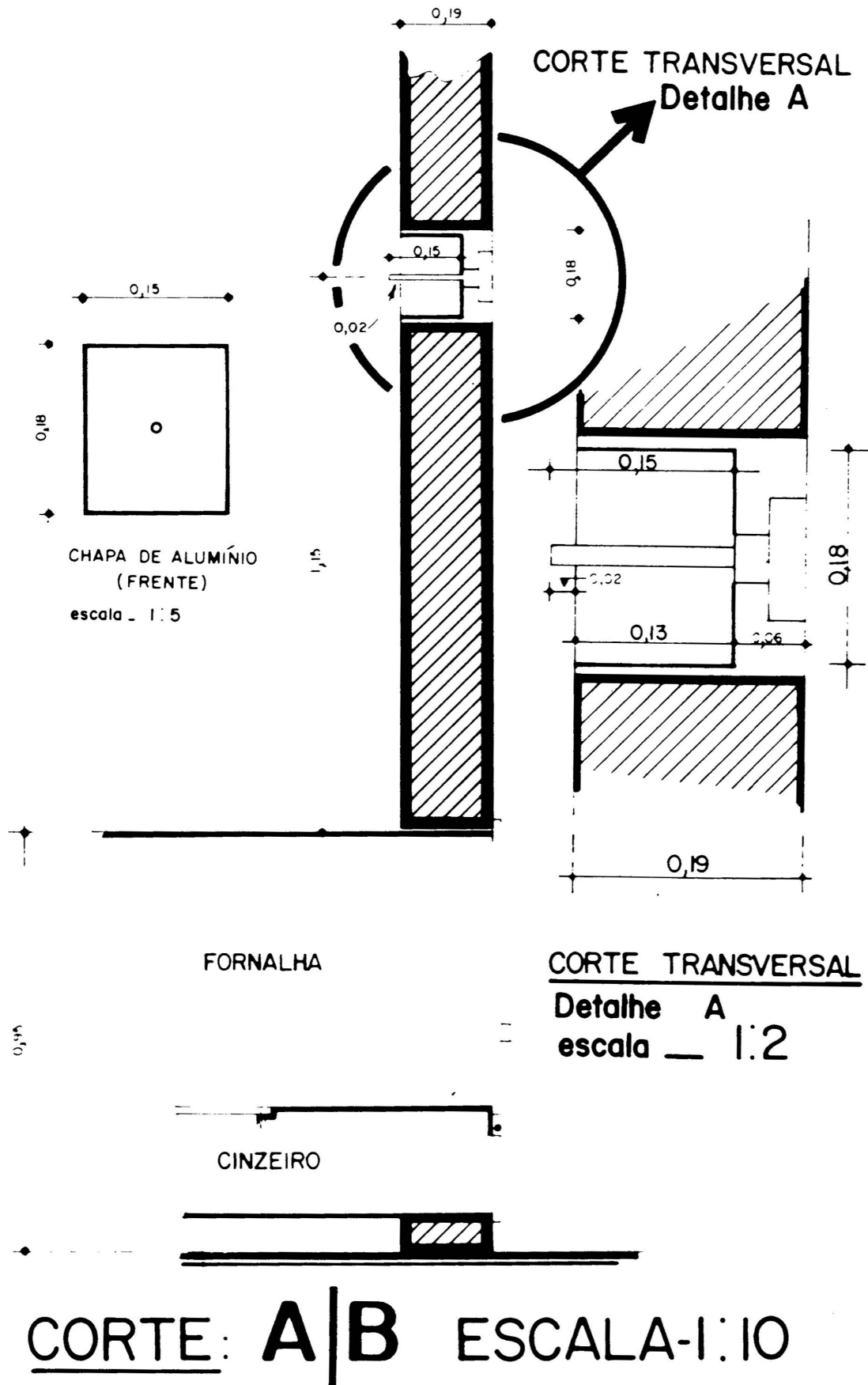


Figura 11 – Esquema indicativo para instalação do termômetro.

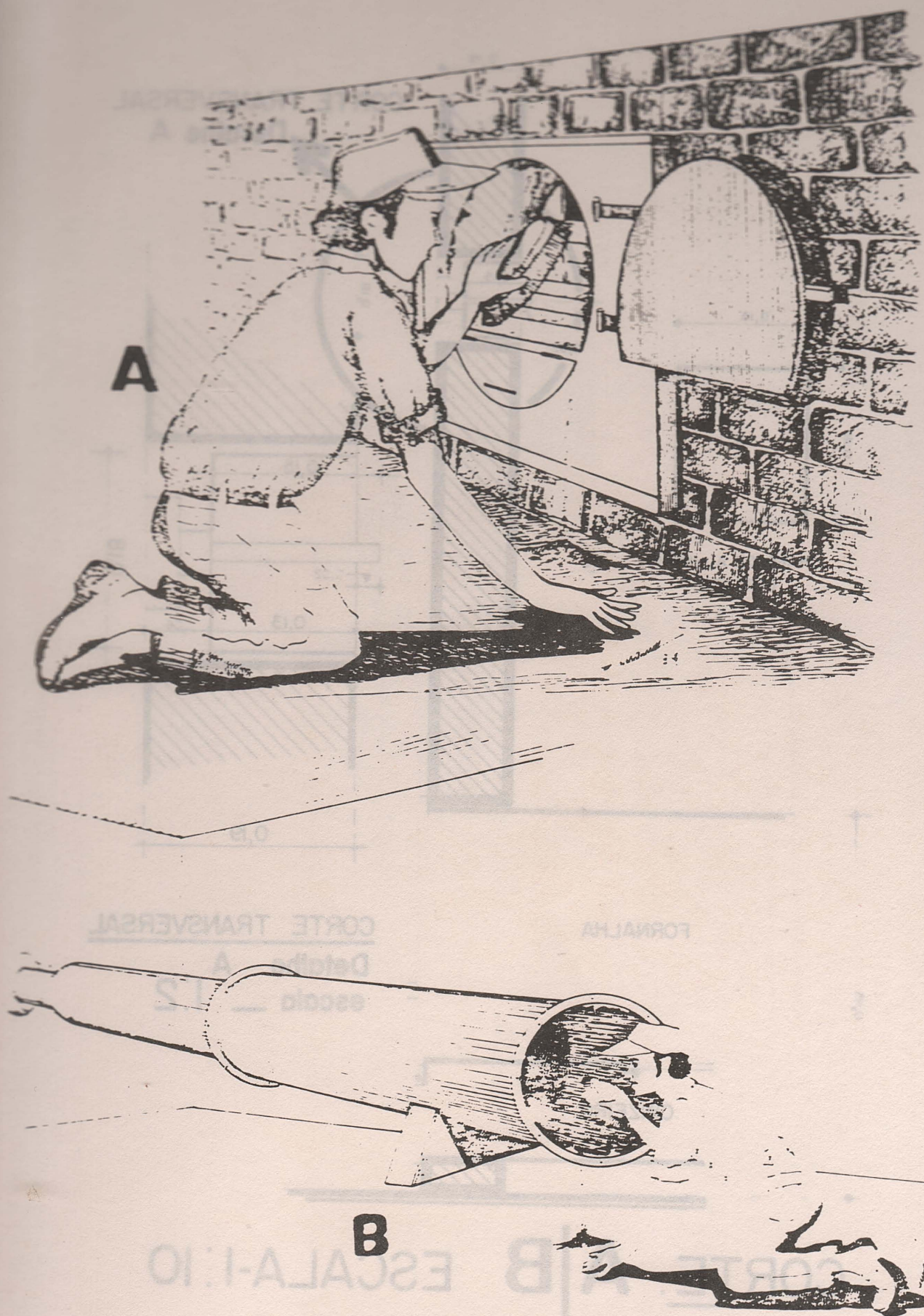


Figura 12 - Limpeza da fornalha e trocador de calor.

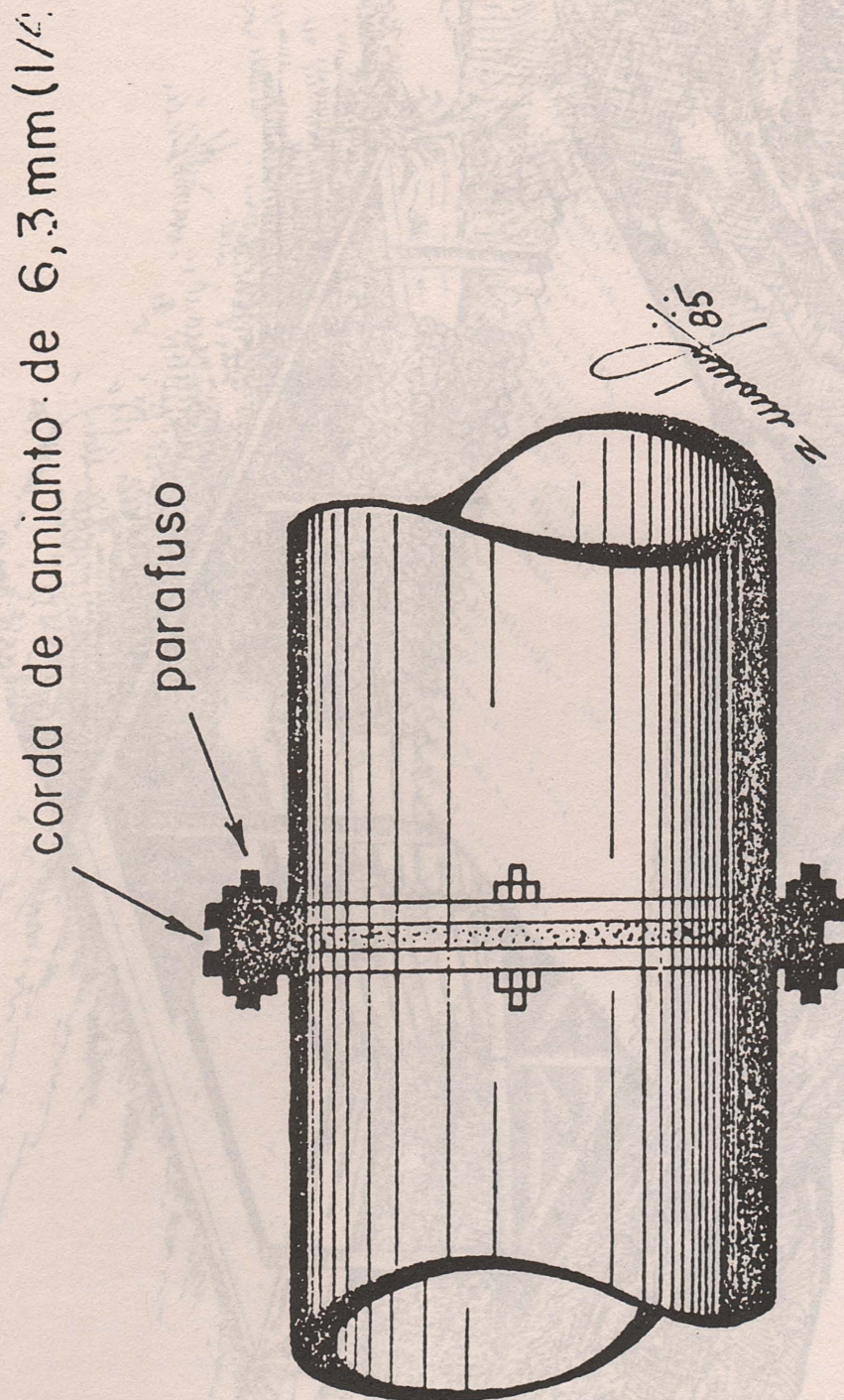


Figura 13 - Vedação entre os flanges de dois tubos trocadores de calor.

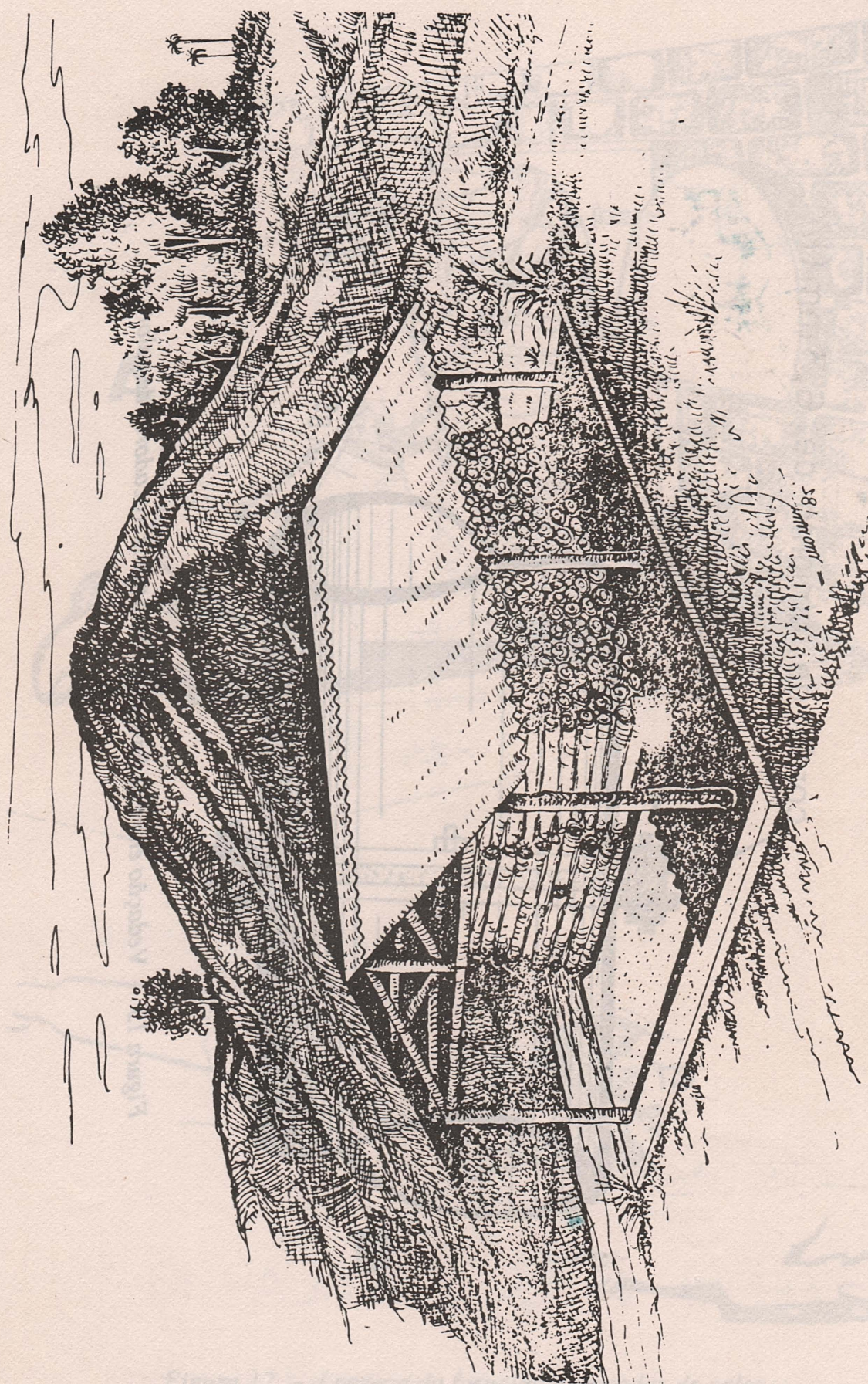


Figura 14 - Galpão para armazenamento de lenha.

INFORMAÇÕES AOS COLABORADORES

1. Serão aceitos para publicação artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agronômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau.

2. São da exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, à Comissão Editorial reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias.

3. Os trabalhos deverão ser encaminhados em 3 vias (original e duas cópias) datilografadas em uma só face do papel em espaço duplo e com margens de 2,5 cm. O texto deverá ser escrito corridamente, sem intercalações de figuras e quadros, que feitos em folhas separadas, devem ser anexados ao final do trabalho, acompanhados das respectivas legendas.

4. As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) não deverão ultrapassar a medida de 18 x 20 cm. Os gráficos e os desenhos serão feitos com tinta nanquim em papel vegetal, as fotografias, somente aceitas em preto e branco, serão copiadas em papel brilhante com bom contraste, os mapas serão confeccionados no tamanho máximo de 40 x 50 cm e em escala adequada a receberem redução para 11,5 x 18 cm, espaço máximo a ser ocupado pela mancha da página.

5. Os quadros deverão ser explicativos por si mesmos, podendo ser datilografados em papel deitado no tamanho máximo de folha ofício.

6. Deverá ser evitada a duplicidade de apresentação de dados, isto é, a apresentação simultânea em gráficos e quadros, cabendo ao(s) autor(es) optar(em) por uma delas.

7. Os trabalhos de pesquisas deverão ser organizados seguindo o estilo científico: Título, Resumo, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou a combinação dos dois últimos), Conclusões, Agradecimentos (quando for o caso) e Referências.

8. Aos trabalhos descritivos e monografias será reconhecida liberdade de estilo. Neste caso, contudo, o editor permite-se, quando necessário, proceder alterações para sanar falhas de estilo e especialmente evitar ambigüidades, consultando os autores em caso de dúvida. Qualquer que seja a forma de apresentação é indispensável a preparação de breve resumo do conteúdo do trabalho e sua tradução para o idioma inglês, a fim de compor o Abstract. Não se aceitam citações bibliográficas em notas de rodapé.

9. Deverão constar na primeira página, em chamada de rodapé, a qualificação profissional e endereço do(s) autor(es).

10. As citações bibliográficas no texto deverão ser feitas pelo sistema autor-ano. A Literatura Citada obedecerá a ordem alfabética dos nomes dos autores. Trabalhos de um mesmo autor serão citados na ordem cronológica das datas em que foram publicados, e quando do mesmo ano serão distinguidos acrescentando-se letras minúsculas ao número indicativo do ano (a, b, c etc.). Trabalhos até de três autores serão citados pelos nomes de todos, e de quatro ou mais, pelo nome do primeiro, seguido de et al., e o ano.

