

## Apontamentos para a padronização de material para laboratório

JOAQUIM BERTINO DE MORAES CARVALHO

Professor catedrático do I.N.O., servindo na  
D.M. do D.A.S.P.

### DO MATERIAL PARA O ESBÔÇO DO ANTE-PROJETO

#### OBJETIVOS DO PRESENTE TRABALHO

OS arquitetos e engenheiros construtores lutam no nosso país com sérias dificuldades ao projetar um laboratório de química ou outros laboratórios para as instituições de ensino superior. Tais dificuldades são conseqüentes da falta de padronização do material (móveis e instalações) e da falta de compreensão, ainda infelizmente muito comum, no que se refere à necessidade de contar o arquiteto, no seu trabalho, com a cooperação de um entendido no assunto que está sendo estudado. Um laboratório de botânica, de química ou de física não deve ser esboçado pelo professor de clínica cirúrgica.

Nos Estados Unidos, o Conselho Nacional de Pesquisas constituiu uma comissão para estudar a construção e o equipamento dos laboratórios de química, tendo a ela sido confiadas as respostas dos inquéritos recebidos de centenas de laboratórios, de professores, de diretores de escolas e institutos de ensino e pesquisas, etc. Este trabalho só depois de seis anos foi publicado sob o título "A Report of the National Research Council Committee on the Construction and Equipment of Chemical Laboratories".

A Comissão — composta dos professores: L. M. Dennis, da Universidade de Cornell; C. R. Hower, da Universidade Wesleyan; L. W. Mattern, do Ginásio Mc Kinley; J. N. Swan, da Universidade de Mississippi; e C. L. Coyle S. J., da Universidade de Georgetown — distribuiu os seus trabalhos da seguinte maneira: cada um dos seus membros era responsável por um setor, coordenava tudo o que a ele se referisse, selecionava os informes recebidos, escrevia o capítulo para publicação e o apresentava ao julgamento

do coordenador geral responsável pelo relatório, que era, no caso, o Professor C. L. Coyle S. J., Chefe da Comissão.

Aquela publicação é uma das mais úteis que conhecemos, para os interessados nestes problemas.

Posteriormente, baseados naquele relatório, os fabricantes de móveis, arquitetos e professores ou chefes de laboratórios economizaram milhares de dólares nos seus projetos.

No Brasil, *nada existe a respeito*. Chegando à Divisão do Material do D.A.S.P., para o qual fomos requisitados, o Diretor desta Divisão, Engenheiro Mario Bittencourt Sampaio, que já havia instalado e dirigido o Laboratório de Análises da Estrada de Ferro Central do Brasil, e o Chefe da Secção de Padronização, Engenheiro Lucílio Briggs Brito, sugeriram-nos estudássemos o problema de padronização dos laboratórios de química.

Possuindo um valioso "dossier" de mais de vinte anos, resumo de artigos referentes à construção de escolas, institutos, etc., de grande número de observações feitas nas visitas aos laboratórios de escolas e institutos de pesquisas brasileiros e americanos, e outros informes úteis, e dado nosso conhecimento das dificuldades existentes, conseqüente dos nossos trabalhos anteriores (5, 6 e 7), não nos era difícil a confecção destes "Apontamentos", principalmente não nos desviando da orientação traçada, anteriormente, pelos mestres.

A simples tradução de tais notas não resolveria o problema, assim como também, a daquele magnífico Relatório, por serem as circunstâncias brasileiras diferentes das dos Estados Unidos, Inglaterra, etc. Era necessário estudá-las (publicações, catálogos e notas diversas) e adaptá-las à nossa orientação e às *necessidades brasileiras*. É o que procuramos executar. Não se trata de



um trabalho de simples tradução. Alguma coisa nêle existe cuja existência em qualquer outra publicação desconhecemos. Os desenhos P1 e P2, e a tabela I resumem uma série de observações espalhadas em livros e catálogos, etc., as quais, estudadas e selecionadas, deram a êles origem. Acreditamos que serão também úteis aos arquitetos e construtores.

E' preciso ficar *bem salientado*, que esta publicação *não é feita para orientar ou instruir* engenheiros e especialistas, mas para aqueles que tenham a responsabilidade do esbôço de um ante-projeto de laboratório e que não sejam arquitetos ou engenheiros construtores, e que não se tenham dedicado a êstes problemas.

O objetivo principal é a padronização do material e, portanto, o aproveitamento máximo e eficiente das dependências das instituições. Cada metro quadrado construído inutilmente representa uma despesa ineficiente e, no total, poderá alcançar um prejuízo elevado.

#### NOTAS PARA O PLANEJAMENTO

No planejar um esbôço de ante-projeto de construção de edifício, deveremos fornecer os seguintes dados, inicialmente :

- 1 — Nome da instituição.
- 2 — Fins básicos (Decreto-lei que a criou).
- 3 — Estrutura administrativa e técnica atual.
- 4 — Possível desenvolvimento que poderá ter.
- 5 — Número de servidores lotados e o aumento provável.
- 6 — Localização sugerida.
- 7 — Nome do funcionário designado para fornecer os esclarecimentos solicitados.
- 8 — Ensino: — Número total de professores:
  - a) professor com gabinete e laboratório privativo;
  - b) professor com gabinete e sem laboratório;
  - c) assistente com gabinete privativo;
  - d) assistente com laboratório privativo.
- 9 — Número total de alunos:
  - a) de alunos prováveis em cada curso.
- 10 — Desenvolvimento provável de 8 e 9, em 10 anos.
- 11 — "Curriculum":

- a) cursos atuais sem laboratórios;
- b) idem, com laboratórios; capacidade máxima de alunos em cada um;
- c) cursos que serão dados posteriormente;
- d) cursos futuros com laboratórios; capacidade máxima em cada laboratório.

12 — Os laboratórios deverão ser grupados por seções ou distribuídos por unidades funcionais (Ver desenho P3 — Unidades esquematizadas). Informação acompanhada do desenho.

13 — No caso dos laboratórios de química, deverão ser reunidos no mesmo edifício ou num mesmo pavimento ou em pavimentos diferentes, um sob o outro.

14 — Existe alguma justificativa contrária à localização de laboratórios de química no último pavimento ou últimos pavimentos?

15 — Objetivos das pesquisas :

- a) número de pesquisadores em cada laboratório;
- b) localização dos laboratórios de pesquisas.

Para melhor orientar o interessado, organizamos de maneira sucinta os elementos que se seguem e que serão úteis às interpretações das questões apresentadas.

#### DEFINIÇÕES

*Unidade:* E' a expressão empregada para designar laboratório ou dependência, escritório, gabinete, museu, sala de aula ou outras dependências. Desenhos P1 e P2.

*Unidade funcional:* Determina o fim específico de um grupo de laboratórios ou seções ou unidade, tendo em vista a função que lhe é determinada, por ex.: Laboratório de Botânica — Desenho P3.

*Unidade esquematizada:* E' a unidade funcional com as suas áreas e localização de suas dependências, consideradas indispensáveis pelo técnico. E' um meio para cooperar com o arquiteto e melhor receber sugestões. Desenho P3.

*Unidade acessória:* Qualquer dependência de finalidade complementar, por ex.: câmara escura, depósito, etc.







**Conjunto funcional:** É um conjunto de unidades funcionais e acessórias, reunidas para um fim específico.

**Laboratório:** É uma unidade destinada a trabalhos experimentais científicos ou tecnológicos, de ensino ou de pesquisas. Ex.: Laboratório de física, de química, de ensaios mecânicos, de medidas elétricas, de análises, de botânica, de bioquímica, de fisiologia, etc. É uma dependência destinada a satisfazer os fins que se têm em vista, e distingui-los é uma necessidade indiscutível. A área de cada laboratório, como a das demais dependências, está em relação aos seus objetivos. Os laboratórios muito pequenos são desaconselhados.

**Laboratório fotográfico (câmara escura):** É uma dependência que pode ser destinada, exclusivamente, ao trabalho fotográfico de revelação ou de impressão de cópias fotográficas, etc. Poderia ser chamada — Laboratório fotográfico. A designação é às vezes, empregada erradamente, para indicar um laboratório no qual se deva trabalhar preservado de luz. Ex.: laboratório espectrográfico, de análises com irradiações luminosas, de análises refratométricas com o refratômetro de Pulfrich, etc. O tipo mais simples é o da figura 16, desenho P1, que é uma dependência normal. Poderá estar independente ou fazendo parte integrante do laboratório (Figs. 17, 20, 25 a 31).

Substitui-se a porta pelo labirinto (figs. 18 a 22) para maior facilidade e segurança do trabalho. Deve haver porta, mesmo neste caso, quando a entrada é feita pelo corredor não privativo ou pela galeria geral, para segurança do material nela guardado. A área necessária depende dos seus fins específicos; entretanto, em vários casos, a área mínima de três (3) metros quadrados satisfaz ( $1.5 \times 2$ ), quando as exigências são mínimas e o maior trabalho consiste em revelação de chapas fotográficas. A sua localização é muito facilitada pelas suas exigências de luz, etc. Os detalhes e outros informes serão encontrados em outro capítulo.

**Laboratório (M 1):** A figura 32 é do desenho publicado pela revista "Analytical Edition" (A.C.S.), 1938, página 551, do "Mellon Institute of Industrial Research", Pittsburgh, Pennsylvania. Indica dois laboratórios padronizados (figura 9), com duas dependências destinadas a escritórios técnicos deste grupo, com áreas estandar-

dizadas (fig. 8). É considerado um dos melhores institutos de pesquisas do mundo.

**Finalidades dos laboratórios:** Ensino, pesquisas, de controle e tecnológicos (semi-industriais).

#### DADOS NUMÉRICOS BÁSICOS

**Móveis:** A padronização dos móveis de laboratório tem facilitado, em vários países, a construção de edifícios para laboratórios, e constituído norma para todos os cálculos de construção. É preciso não confundir as instalações inerentes à própria construção com os móveis, que variam com o objetivo dos laboratórios. Para maior detalhe, vide a segunda parte deste trabalho: *Móveis*.

**Mesas simples** — A largura destas mesas, considerada como sendo a mais recomendável, é de 0,75 (setenta e cinco centímetros).

**Mesas duplas** — Um metro e meio (1,50).

**Espaço entre mesas** — O mais aconselhado é de um metro e meio (1,50). Em casos especiais de emergência, poder-se-á tomar 1,20 m (um metro e vinte centímetros), sendo sempre preferível e mais técnico, numa construção nova, considerar 1,50 m.

**Comprimento das mesas** — Depende do número de unidades. A unidade menor considerada é de 1,20 m. Uma mesa dupla deverá ter duas unidades de cada lado, no mínimo, de um modo geral.

**Dimensões dos laboratórios:** Estão em relação aos seus fins e destes depende o número de mesas de trabalho, espaços entre mesas, área de circulação, etc.

Os laboratórios destinados aos alunos, aos professores, chefes de seção, pesquisadores, aos trabalhos de controle, semi-industriais, etc., diferem também na sua área.

a) **Pesquisas:** Comprimento (A) 3 ou 4 ou 6 — 4 ou 6 ou 8 ou 9 — Profundidade (B) 4 a 5 — 6 a 7.

Somos mais adeptos do maior comprimento (A) e menor profundidade (B), principalmente nos laboratórios de química, dada a dificuldade de uma ventilação completa satisfatória. Nos casos gerais, consideramos profundidade (B) recomendável a de seis (6) metros.



## b) Área por :

## 1. Pesquisador

Ótima	Boa	Regular	Emergência
12 m <sup>2</sup>	8	6	4 m <sup>2</sup>

## 2. Aluno graduado (diplomado)

8	6	4	x
---	---	---	---

Quanto maiores forem as exigências científicas ou materiais das pesquisas ou dos cursos, menor deverá ser o número de pesquisadores e de alunos em cada laboratório. É desaconselhável, salvo casos especiais, ter mais de quatro pesquisadores num laboratório.

O professor e o chefe do laboratório deverão ter o seu laboratório privativo. O assistente está nas mesmas condições dos pesquisadores.

3. Aluno diplomado de curso de especialização: poderá ser classificado como pesquisador, dependendo da orientação dada ao seu curso.

4. Aluno diplomado de curso de revisão: poderá ser classificado no grupo dos alunos dos anos superiores, que exigem maior espaço ou área para trabalho.

5. Aluno de curso regular do primeiro ano: exige menor espaço ou área e, em geral, trabalha em laboratórios maiores. Para laboratório desta classe de alunos, encontra-se exemplos na tabela I.

6. Aluno: Não existe no Brasil uma determinação mínima de área por aluno. O "Board of Education" considera área mínima 2.80 m<sup>2</sup>, dependendo do objetivo do laboratório. A Universidade de Oxford tomou, para base mínima, 7 (sete) metros quadrados, para o laboratório de química inorgânica, enquanto o Instituto de Química de Berlim, 3.80 m<sup>2</sup> (três metros quadrados e oitenta). Os dados publicados variam de 2.80 m<sup>2</sup> (dois metros quadrados e oitenta) a 7.00 m<sup>2</sup> (sete metros quadrados).

Evidentemente estes números maiores só são obtidos num grande laboratório, quando os alunos trabalham em turmas. Desenho P2 — Tabela I.

Deve-se considerar a falta de técnica do aluno do primeiro ano e os outros fatores para uma boa condição higiênica de trabalho, para não chegar ao mínimo.

## c) Área para laboratório :

Pesquisadores —  $3 \times 6 = 18$  m<sup>2</sup> (mínimo) (Figura 7)  
 $4 \times 6 = 24$  m<sup>2</sup> (normal) (Figura 8)  
 $6 \times 6 = 36$  m<sup>2</sup> (médio) (Figuras 9 e 10)  
 $8 \times 6 = 48$  m<sup>2</sup> ( — ) (Figura 11). Não recomendável.  
 $9 \times 6 = 54$  m<sup>2</sup> (grande) (Figura 12).

## Ensino — Contrôlo Tecnológico

— 6x, 9x, 12x, 15x, 18x, 21x, 24x, 27x e 30x6 ou 7 ou 7-5 ou 11 ou 15 metros.

Alunos: dependendo dos cursos. A área menor do laboratório poderá ser de trinta e seis metros quadrados (6x6).

Na figura 14, desenho P1, nota-se que as mesas são simples (larg. 0.75), tendo em vista a função do laboratório.

O cálculo do número de mesas não é prejudicado.

## Aplicações: Exemplos teóricos de cálculo:

Calcular o número de mesas para determinado número de alunos: Deve-se sempre considerar, na maioria dos casos, setenta e cinco centímetros destinados às mesas laterais, capelas, armários, geladeiras, etc., nas extremidades e partes laterais. Tomamos, para exemplificar, um grande laboratório, o destinado a 210 alunos dos cursos regulares de uma escola superior, com mesas duplas, duas unidades, para um ou mais alunos de cada lado, trabalhando em turmas.

## Calcular a área necessária (Desenho P2) :

## 1.º — No comprimento (A):

Número de mesas duplas (duas unidades)

largura 1,50 m, nove mesas  $9 \times 1,50 = 13,50$

Número de espaços, entre mesas de 1,50

m,  $9 + 1$   $10 \times 1,50 = 15,00$

Mesas laterais, largura 0,75 m (2) 1,50

Número de mesas mais um, vezes três

$(9 + 1) \times 3 = 30,00$

## 2.º — Na largura (profundidade) (B) :

Número de mesas duplas, comprimento.

2,40 (duas unidades) mais 0,60 m para

pia, 3 mesas x 3,00

9,00







Número de espaços entre filas de mesas 1 m (número de mesas menos 1)	
2x1,00	2,00
Número de espaços, inclusive largura da mesa lateral (1.25+0,75=2 m), 2x2,00	4,00
Número de mesas menos um vêzes quatro mais sete: (3-1)x4+7.	15,00
Poder-se-á também fazer o seguinte cálculo:	
N. de mesas, 3x3,00	9,00
N. de espaços entre filas, 3x1,50	4,50
Largura, mesas laterais, 2x0,75	1,50
	15,00

Um laboratório com 30 metros de largura e 15 metros de profundidade (450 m<sup>2</sup>), comportará 27 mesas duplas de duas unidades, tendo uma pia cada uma, e terá, lateralmente, o espaço disponível para mesas, capelas, armários, etc., com a largura de 0.75 m, sem prejuízo da padronização. (Fig. 15 — Desenhos P1 e P2).

A capacidade dêste laboratório (450 m<sup>2</sup>), com as 27 mesas, varia com o fim em vista.

1.º ano — (Química) — 4 alunos trabalhando em cada lado ou sejam 8 alunos por mesa. Poderá servir para 216 alunos.

Anos superiores: 4 ou 2 por mesa, isto é, 108 ou 54 alunos, no mínimo.

O laboratório é econômico, sob o ponto de vista de instalações, e só é aconselhado para os cursos iniciais. E' considerado anti-pedagógico as grandes turmas de alunos. O número de turmas não prejudicará os trabalhos e todos os alunos têm o espaço necessário para guardar o seu material.

Dada a área, calcular o máximo de mesas que poderá ser nela colocado.

Exemplos tomados da figura n. 15, desenho P1. Ver desenho P2 e tabela I. Pesquisas 18/18=1 mesa central de 1.50 de largura e 3 metros de comprimento ou duas de 0.75 metros. 24/18=1, idem, idem. 36/18=2 mesas centrais de 1.50 ou 1 de 1.50 e duas laterais de 75 centímetros. 54/18=3 mesas centrais de 1.50 ou 2 mesas centrais e duas laterais de 0.75 metros. 450/18=25 mesas ou sejam 24 mesas de 1.50 metros de largura e 3.00 metros de comprimento, e mais duas mesas laterais de 0.75 metros.

Este cálculo está baseado na profundidade de seis (6) metros e não substitui os anteriores, sendo dado como uma indicação, para uma idéia geral. Para os outros cálculos, ver Tabela I.

DIMENSÕES DO LABORATÓRIO		ÁREA TOTAL (Metros <sup>2</sup> quadrados)	M E S A				Unidade = 1.20m Comprimento x. 75 larg. Para 1 a 4 alunos no máximo. Pia até larg. 0.60m (Calculada). 2 unidades = 2.40 mais pia .60 = 3.00 metros. 3 unidades = 3.60 mais pia .60 = 4.20 metros.	
			Simplex	Duplas	Mista			
			LARGURA		LARGURA			
Metros			—	—	Simplex	Duplas		
A	[B]		0.75m	1.50m	.75	1.50	2 unidades + pia = 3 metros Capacidade — N.º de alunos Mínimo Máximo	3 unidades + pia = 4.20 Capacidade — N.º de alunos Mínimo Máximo
3	6.00	18	2	1	2	—		
4		24	2	1	2	—		
6		36	4	2	2	1	2 — 8 — 16	2 — 12 — 24
9		54	6	3	2	2	4 — 16 — 24	4 — 24 — 36
12		72	8	4	2	3	6 — 24 — 32	6 — 36 — 48
15		90	10	5	2	4	8 — 32 — 40	8 — 48 — 60
18		108	12	6	2	5	10 — 40 — 48	10 — 60 — 72
21		126	14	7	2	6	12 — 48 — 56	12 — 72 — 84
24		144	16	8	2	7	14 — 56 — 64	14 — 84 — 96
27		162	18	9	2	8	16 — 64 — 72	16 — 96 — 108
30	180	20	10	2	9	18 — 72 — 80	18 — 108 — 120	
6	7.50	45	8	4	4	2	4 — 16 — 32	
9		67.50	12	6	4	4	8 — 32 — 48	
12		90.00	16	8	4	6	12 — 48 — 64	
15		112.50	20	10	4	8	16 — 64 — 80	
18		135.50	24	12	4	10	20 — 80 — 96	
21		157.50	28	14	4	12	24 — 96 — 112	
24		180.00	32	16	4	14	28 — 112 — 128	
27		206.50	36	18	4	16	32 — 128 — 144	
30		225.00	40	20	4	18	36 — 144 — 160	



## Observações:

- 1 — A presente tabela por nós organizada pode também ser empregada para calcular a capacidade de laboratórios de microscopia, etc., cujas mesas ou outros móveis tenham as mesmas dimensões e exijam os mesmos espaços. Somos mais adeptos de  $B=6$  metros, nos casos gerais.
- 2 — Área  $18 \text{ m}^2 = n.$  de mesas duplas (1.50 m) ou número de mesas duplas menos um para substituir por duas simples de 0.75 m. Ex.  $30 \times 6 / 18 = 180 / 18 = 10$  ou 9 m. d. + 2 m. s.
- 3 — Número de metros lineares  $/3 = n.$  de mesas duplas. Ex.  $30 / 3 = 10$  ou 9 m. d. + 2 m. s.
- 4 — Número de mesas centrais mais um, vezes três igual n. metros lineares. Ex.  $9 + 1 = 10 \times 3 = 30$  metros.
- 5 — Para maior detalhes, ver desenho P. 2.
- 6 — Número de mesas para profundidade (B) de 7, 11 e 15 metros. Desenhos P1 e P2.

3 mesas .....	2 M .....	1 M
$2 = (0.75M1 + 1.25E)$ . . .	2 .....	2
3MD .....	3	
1E .....	1	
3MD .....	3 .....	3
1E .....		
3MD .....		
$2 = (0.75 + 1.25E)$ .....	2	2

— — — — —

15 metros. 11 7

1 Mesa central e duas laterais = 7 (sete) metros.

a) — Quando a profundidade é constante (por ex. 6 metros) e se trata de uma única fila ou série de mesas basta multiplicar o número de mesas centrais mais um por três metros. Ex. 4 mesas  $= (4 + 1) \times 3 = 15$  metros lineares. A sala será de  $15 \times 6 \text{ m} = 90 \text{ m}^2$ . Estão mantidas as mesas laterais de 0.75 m. Vide tabela 1 para capacidade de alunos, etc.

b) — Quando se tratar de 2 filas de mesas centrais de três metros (duas unidades mais pia), tendo, lateralmente, mesas de 0.75 e espaço de 1.25 m ou sejam dois (2) metros, basta multiplicar o número de mesas menos um por quatro e ajuntar sete. (Desenho P2). Ex. 3 (filas) séries —  $(2 \times 4) + 7 = 15$  metros lineares (B).

c) — 3 (três) filas de mesas centrais. Ex.  $450 \text{ m}^2$ , área do laboratório ou  $75 \times 6 \text{ m} = 24$  mesas de 150 e 2 laterais de 0.75. Para fazer três filas são necessárias 3 séries de 9 mesas  $(9 + 1) \times 3 = 30 \text{ m}$  de um lado (A) e do outro lado (B)  $(3 - 1) \times 4 + 7 = 15$ , 15 metros lineares ou  $30 \times 15 = 450 \text{ m}^2$ , no caso de se desejar diminuir o comprimento, o que é muito aconselhável.

B — 7.20 metros.

7.50 "

Emprega-se o mesmo cálculo para duas mesas de 3 metros com um espaço de 1.20 ou 1.50 metros entre mesas. Preferível 1.50 metros. Basta multiplicar por 2, o número encontrado de mesas para 6 metros de profundidade. Ver tabela I.

C — 7.00 metros (B).

Nesta orientação (ver A) a mesa central está afastada da parede 2 metros, sendo 0.75 m para a mesa lateral

e 125 m o espaço entre esta e a mesa central. Quando se tratar de uma única fila de mesas, a mesa central poderá ter 3 metros (2 unidades de 1.20 m e mais pia de até 0.60 metro) de comprimento, mantidas as mesas laterais. Quando a mesa central fôr até à parede, poderá ter quatro unidades (4.80) ou 5.40 metros com a pia.

## CONJUNTO E UNIDADES FUNCIONAIS — ORIENTAÇÃO GERAL

*Unidades esquematizadas* — Conjunto funcional — Observações gerais. — Os exemplos preferidos têm como objetivo, apenas, facilitar a esquematização dos laboratórios necessários a cada curso. Cada professor ou especialista tem uma orientação própria; apenas, facilitará ao arquiteto o esboço do projeto. No estudo de cada *unidade funcional* notar-se-á uma ligeira divergência na localização de algumas dependências, para mostrar que pode existir, sem prejudicar os trabalhos do grupo ou seção. O arquiteto poderá no seu estudo, após ouvir o especialista, retirar o depósito especificado em 1, 2, etc., e localizá-lo numa das extremidades desta unidade, sem prejuízo da eficiência.

As unidades especificadas no desenho P3 facilitam também o conhecimento das necessidades mínimas de um instituto de ensino ou de pesquisas. As figuras 2 a 12 indicam um mínimo que consideramos necessário para um instituto de ensino e de pesquisas tecnológicas das plantas oleaginosas e resinosas, óleos ou gorduras, ceras e resinas vegetais, tintas e vernizes, sub-produtos e derivados.

*Princípios básicos* — Para esquematizar as unidades funcionais, devemos ter sempre em vista os pontos abaixo notados, considerados básicos num estudo desta ordem.

1.º — Deve sempre existir num conjunto funcional, nos casos a ela aplicados:

a) — *Gabinete do professor* ou do *chefe* (24 m<sup>2</sup>)

b) — *Laboratório do professor* ou do *chefe* (24 m<sup>2</sup>, mínimo).

*Grandes (9x)* — Os laboratórios maiores são sempre preconizados para inspeção de matéria prima e de produtos acabados, controle analítico de processos industriais e para ensino. Em alguns casos, são divididos em pequenos laboratórios para 30 (trinta) estudantes, que trabalharão sob a supervisão de um professor e de um assistente, para cada grupo. O grande laboratório para as classes iniciais é desejável pela vantagem das canalizações, luz, ventilação, etc., e recomendado para os trabalhos experimentais de química geral e inorgânica, e orgânica. Os alunos, em qualquer destes casos, deverão ser divididos em turmas não maiores de trinta a quarenta alunos. Ver Tabela I.

*Médios — (6x)* — *Pesquisas*. Investigações de métodos analíticos. Análises tecnológicas e de controle. Número reduzido de técnicos.

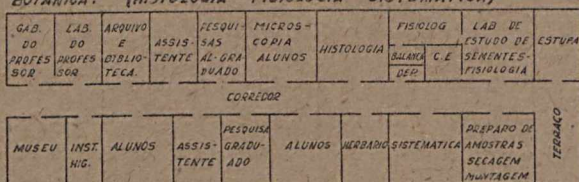
*Pequenos — (4x)* — Os laboratórios de 3 (três) metros de comprimento (A) são mais recomendados para um só pesquisador e, às vezes, um assistente. As resoluções que com ele se obtêm indicam a preferência para os de 4 (quatro) metros.

*Semi-industriais* — Poderão ser localizados no próprio edifício ocupado pelos demais laboratórios ou constituir outras dependências numa construção tipo industrial. Este assunto será, posteriormente, estudado.

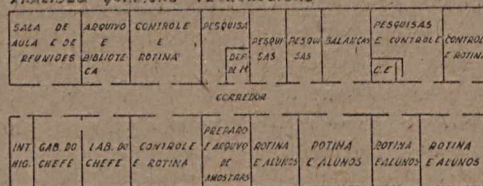


# UNIDADES ESQUEMATISADAS : EXEMPLOS PARA PLANEJAMENTO DE UM ESBOÇO DE PROJETO.

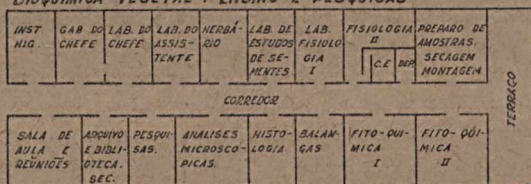
## BOTANICA: (HISTOLOGIA - FISIOLOGIA - SISTEMATICA)



## ANÁLISES QUÍMICAS TECNOLÓGICAS



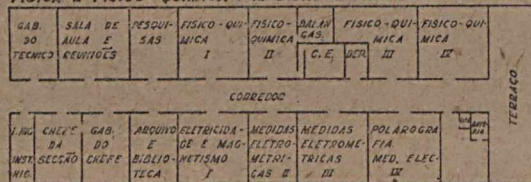
## BIOQUÍMICA VEGETAL : ENSINO E PESQUISAS



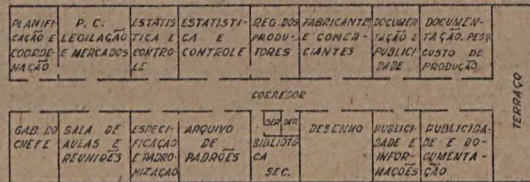
## ÓTICA APLICADA



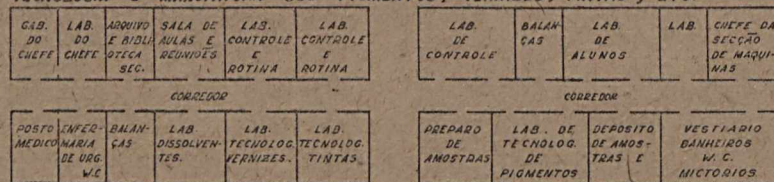
## FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA : MEDIDAS E ANÁLISES



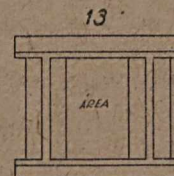
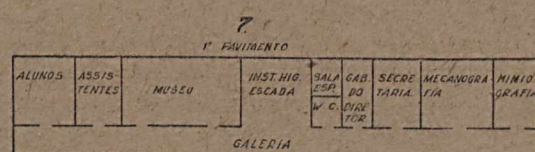
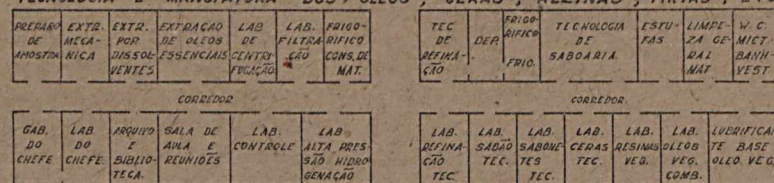
## TECNOLOGIA ECONÔMICA



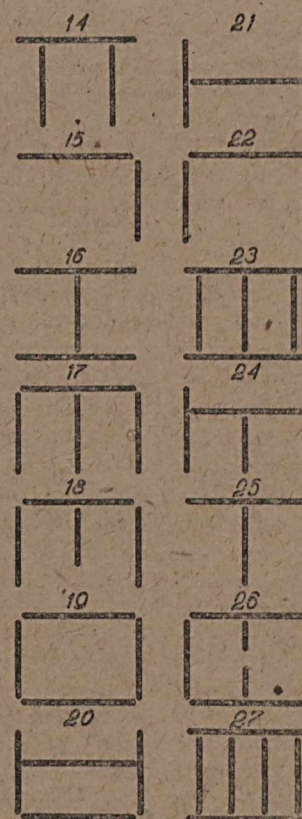
## TECNOLOGIA E MANUFATURA DOS PIGMENTOS, VERNIZES, TINTAS, ETC.



## TECNOLOGIA E MANUFATURA DOS ÓLEOS, CÉRAS, REZINAS, TINTAS, ETC.



DASP D.M.  
ORG JOAQUIM BERTINO.  
DES FRANCISCO SKLENICKA  
RIO DE JANEIRO, 13-4-44.





c) — Uma sala de aula, que servirá também para reuniões dos técnicos ou dos próprios alunos deste grupo ou setor, (36 m<sup>2</sup>). Calcular a capacidade para uma determinada área, da mesma maneira que para o anfiteatro. E' aconselhado uma sala de aula não ultrapassar do máximo de cinquenta assentos. Não é necessário uma sala de aula para cada professor, entretanto, é indispensável para cada seção. Poderá servir a um grupo ou seção ou unidade de disciplinas. Deverá ser iluminada pela luz natural e do lado esquerdo do aluno. Em alguns casos, tem instalada uma pequena mesa para demonstrações, devendo o espaço ser calculado e incluído no cálculo da área. O Desenho P2 e a Tabela I facilitam o cálculo. Na ausência das aulas, poderá ser aproveitada para reunião dos técnicos, e pelos alunos para estudo, etc.

Um anfiteatro substituirá a sala de aula, quando se tratar de turmas maiores de alunos e deverá ser localizado de maneira que possa servir a mais de um grupo ou unidade funcional.

Para se calcular a capacidade de assentos, basta subtrair da área calculada em metros quadrados, dez por cento, ou multiplicá-la por 0,90 m. Quando for dada em pés quadrados, basta dividir por dez, para se ter o resultado. Num mesmo plano é aconselhado não passar de 350 assentos; daí para cima, construir um balcão. Deverá ter mesa de demonstração e outras instalações exigidas para o objetivo em vista. Informações mais detalhadas, pedir à Divisão de Edifícios Públicos do D.A.S.P.

d) Uma biblioteca e arquivo seccional, onde se deve encontrar os livros de maior emprêgo e cópias ou originais, em certos casos especiais, dos documentos da seção ou grupo, que podem ser consultados, constantemente;

e) Sala de balanças — Pode ocupar toda a área destinada a um laboratório (figs. 7 e 8, desenho P1), ou uma parte. Exemplos diferentes são encontrados no desenho P3, no qual se verá a sua localização de acordo com os objetivos de cada laboratório.

Preferimos chamar a dependência onde se vai fazer, exclusivamente, pesadas, de sala de balanças, cujas dimensões recomendáveis são 3x6 ou 4x6 quando serve a mais de um laboratório e pode ser uma unidade complementar do próprio laboratório, com dimensões menores. Ver desenhos P3 e observar os defeitos, quanto ao aproveitamento do espaço, etc.

f) O gabinete médico com enfermaria de emergência, o depósito de material, de amostras, de material de limpeza, instalações higiênicas, etc., deverão ser esquematizados, cabendo ao arquiteto encontrar a melhor solução. Outras dependências estão também em relação às necessidades especiais da seção ou unidade funcional. Exemplos: uma pequena sala para lavagem do material em uso, que exige instalações especiais, para confecção de ampolas, incubadores, refrigeradores, controle de temperatura, para esterilização, para animais para experiências, incineradores, etc. Outras informações serão dadas em outras partes deste trabalho.

g) o corredor ou galeria está em relação com as necessidades da circulação. A largura varia de 1.20 até 2.50 E' assunto que deve ser deixado para o arquiteto e que deve

ter em vista a Tabela I. Cada laboratório, gabinete ou escritório deve ter entrada através do corredor e é muito mais recomendável do que passagens internas, que poderão existir sem prejudicar esta solução.

#### E' ainda sugerido :

1) recomendar o pé direito de quatro metros para os laboratórios de ensino e de pesquisas, e outras dependências experimentais, com exceção das destinadas a trabalhos semi-industriais ou a engenharia química, que variarão com os seus novos objetivos.

2) colocar os laboratórios de um pavimento correlatos com os do pavimento superior e inferior, para simplificar e diminuir o custo das instalações. No caso da divisão perpendicular dos laboratórios de química ser a preferida, observamos que não é a mais recomendável, a não ser quando se é a isto obrigado, por ser o edifício pequeno, etc.

3) colocar os laboratórios de química no último pavimento. Os vapores mais corrosivos, como sejam os do ácido clorídrico, têm uma tendência a subir. E' mais aconselhado um ou mais andares exclusivos para as químicas, quando não podem ficar num único andar.

4) deixar o espaço no centro do laboratório para colocação da aparelhagem especial (Desenho P1, figs. 7, 8 e 11, P2) e mesas laterais, quando necessário.

5) considerar preliminarmente todo o equipamento existente e necessário para que seja preferido na distribuição, a elevação vertical, abertura das portas, e ter sempre separado o laboratório de pesquisas analíticas do de inspeção ou rotina.

6) prever a colocação das chaminés das capelas. Alguns especialistas preferem um exaustor para cada capela. Ver — Parte Capelas.

7) separar os laboratórios ou unidades complementares que exijam ambiente seco, por ex. herbário, daqueles que dispensem esta exigência. Mesma observação para aqueles que dependem de temperatura constante, etc.

8) evitar a colocação dos laboratórios maiores nos pavimentos superiores, quando se tornarem necessários elevadores, os quais terão também o seu serviço aumentado;

9) localizar, quando possível e tendo em vista o programa traçado, os gabinetes ou os laboratórios para trabalho de maior observação ou precisão nas partes remotas do edifício ou nos pavimentos superiores.

O gabinete do Diretor ou do Professor ou do Chefe deve ficar nas partes mais acessíveis;

10) ter uma pequena oficina para assentamento e conserto de aparelhos, numa unidade ou conjunto funcional de física, química, etc.

11) prever e sugerir a colocação de "um posto médico e enfermaria de emergência", para atender os casos de acidentes, ou outros que exijam atenção imediata com material clínico e cirúrgico, medicamentos, móveis, etc., previstos para este fim pela Saúde Pública ou outra instituição oficial;

12) recomendar que as instalações de água, fria e quente, gás, ar e vácuo, devem ser expostas e acessíveis. Detalhes serão dados no Capítulo "Instalações".



Architectural floor plans of a residential complex, showing various building layouts and room divisions. The plans are numbered 1 through 13, with some labeled "1º PAVIMENTO" (1st floor) and "2º PAVIMENTO" (2nd floor). The drawings are on aged, yellowed paper.

Plans shown include:

- 1: 1º PAVIMENTO
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6: 1º PAVIMENTO
- 6: 2º PAVIMENTO
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11: 1º PAVIMENTO
- 12: 1º PAVIMENTO
- 12: 2º PAVIMENTO
- 13

Other labels visible include "AREA" and "D.P.S.P. D.M. 1937".

DASP D.M  
ORGANIZOU JOAQUIM BERTINO  
DESENHO FRANCISCO SILENICKA  
RIO DE JANEIRO



13) estudar a localização das salas, gabinetes, laboratórios e unidades complementares, no projeto definitivo, com o arquiteto, acompanhando os seus trabalhos, assiduamente, não se esquecendo de que os laboratórios não são iguais e nem podem ser, e que diferem entre si, às vezes no próprio edifício.

14) sugerir os tipos de janelas e portas mais convenientes, numero delas nos compartimentos. E' notado que compartimentos com 12 metros de comprimento (A) ou maiores devem ter duas portas e que a altura do peitoril seja superior à da mesa. O desenho P6 dá vários tipos usados de janelas e portas. As janelas de ns. 6 e 10 não são recomendadas para laboratórios.

15) determinar o número de entradas que deve ter o edifício.

16) localizar ou sugerir a melhor situação no conjunto funcional da biblioteca, anfiteatro, museu, almoxarifado, arquivos, cofre forte, centro ou mesa telefônica, pôsto do correio, portaria, sala de espera, vestiários, centro de distribuição de energia elétrica, instalação de ar e vácuo, rádios, alto-falante, aparelhos de registro de aulas, etc.

17) incluir nos institutos de ensino e de pesquisas científicas ou tecnológicas, laboratórios analíticos, etc., oficinas específicas necessárias aos trabalhos da instituição, os quais variam em proporção com as suas necessidades.

18) basear-se sempre no princípio de que devem ser estudadas as mudanças antecipadas para um período determinado de tempo (10 anos) e que a localização e o tipo de construção devem permitir o acréscimo de unidades adicionais sem causar inconvenientes ou destruir a relação entre as dependências do plano geral.

**Pavimentação** — Além da parte técnica é preciso considerar a parte econômica, e a sua conservação. A pavimentação pode ser: concreto, mosaico, granitine ou marmorite, mármore, cerâmica, paralelepípedo, asfalto, cortiça, borracha, linoleum, madeira, tacos e "parquet". A pavimentação ideal é a mais resistente aos ácidos, álcalis e aos solventes orgânicos e que seja confortável ao trabalhador. Sugerimos experimentar nos laboratórios de química, destinados aos pesquisadores, a pavimentação de madeira. Neste caso o aproveitamento da madeira seria em maior escala.

**Impermeabilização** — E' um outro problema técnico e econômico que precisa ser estudado com maior cuidado. As tintas resistentes aos ácidos e às bases estão sendo aplicadas em maior escala nos laboratórios de química. Não é vantajoso, pelo simples fato de se tratar de um laboratório, impermeabilizar as paredes com azulejos, quando possam as suas exigências ser atendidas mais economicamente. Aplicar a técnica e a economia numa construção é vantajoso. No decorrer dos nossos trabalhos daremos outras sugestões de interesse para os não especialistas. Salientamos que as anotações feitas constituem resumo, em grande parte, dos conselhos encontrados nas publicações citadas na bibliografia e das observações pessoais nas visitas que fizemos às instituições americanas, de ensino e de pesquisas, e industriais. Ao arquiteto deverão ser fornecidos, além do já sugerido, os seguintes dados, em resumo: "a situação do edifício, superfície, altura, situação e relação das dependências entre as mesmas, dimensões dos móveis previstos, do capital com o qual se conta para aquisição do terreno e preparação do mesmo, construção, informes de

construções semelhantes ou bibliográficos, se a obra representa um tema novo para aquele que vai projetar. Deve-se principiar com o desenho esquemático, para depois materializar ao concluir a planta e o corte (Neufert)".

## TIPOS DE EDIFÍCIOS PARA ESCOLA — INSTITUTO — LABORATÓRIO

*Desenhos P2, P4 e P5 :*

1 — Ainda não se encontram bem distinguidas no nosso meio estas expressões — Instituto e Laboratório —, entretanto, um laboratório poderá exprimir uma instituição constituída de várias unidades funcionais ou seções, com um ou mais laboratórios de pesquisas, museus, sala de conferências, etc. Um laboratório de botânica poderá ser um grande instituto de botânica com tôdas as suas divisões, ocupando andares ou alas diferentes num mesmo edifício. No desenho P3, as figuras 14 e 27 mostram a colocação de várias unidades, dando uma forma ao esboço do projeto.

A figura 13 mostra quatro unidades, tendo as laterais, galerias e as centrais, corredores.

A figura 7 mostra uma unidade funcional com galeria e a figura 6 uma outra unidade no segundo pavimento, aproveitando a área destinada à galeria e fazendo a sua comunicação por uma escada central.

O objetivo destes desenhos é, apenas, facilitar um melhor estudo com o arquiteto. Inicialmente lembramos que o terreno disponível é, em vários casos, que determina o melhor tipo de construção. O técnico não se deverá preocupar com esta parte antes de completar os seus estudos para os entregar à consideração do arquiteto.

2 — No desenho P4, damos vários tipos de edifícios, para facilitar ao técnico a sua seleção. O melhor tipo é aquele que melhor satisfaça às necessidades da instituição, que não deve ser sacrificada para atender às exigências arquitetônicas.

O exterior não pode prejudicar os objetivos das dependências e da conveniência de se examinar publicações que tragam projetos, construções, etc., de laboratórios, escolas, etc.

Para facilitar, daremos algumas informações referentes às figuras de números 1 a 13 existentes no desenho P4. As figuras 1 a 6 dão, apenas, idéia da forma mostrando galeria e corredores.

*Fig. 1* — "Edifício das indústrias minerais" do "Pennsylvania State College", publicado no "Architectural Record" de Dezembro de 1931. Nota-se que a galeria não vai até ao fim (ver desenho P4, fig. 3) e os dois laboratórios das extremidades ficam com uma área maior sem prejudicar aos demais. Os grandes laboratórios acham-se localizados nas unidades laterais. *Fig. 2* — Edifício do Laboratório "Hall" da Universidade de Wesleyan, primeiro pavimento (The Construction and Equipment of Chemical Laboratories, fig. 10, página 21). *Fig. 3* — Universidade de "Princeton", Laboratório de Química, segundo pavimento. (Ref. 1, fig. 2, p. 13). *Fig. 4* — Colégio "Amherst", primeiro pavimento (Ref. 1, fig. 11, p. 22). *Fig. 5* — Universidade de "Harvard" Laboratório "Mallinckrodt" (Ref. 1, fig. 12, pág. 23). *Fig. 6* — Colégio "Boston", primeiro pavimento, (Ref. 1, fig. 9, pág. 20). *Fig. 7* — Universidade "Johns Hopkins", primeiro pavimento (Ref.







1, fig. 8, pág. 19). A ala da esquerda (unidade) está toda ela destinada ao laboratório de química orgânica do curso regular. Na entrada deste laboratório, encontra-se, à direita, um pequeno depósito de material, exclusivamente para este laboratório e, à esquerda, um pequeno escritório ou gabinete. É sempre aconselhável prever um depósito de material com o necessário para os trabalhos dos alunos em cada laboratório destinado aos alunos dos primeiros anos, quando se tratar de grandes turmas. As dimensões deste laboratório são: 12 metros (B) por 25 metros. Na ala da direita está o laboratório de análise quantitativa com 12 metros por 15 metros, tendo na extremidade dois pequenos laboratórios com 3.60 por 6 metros. No centro está uma grande sala de aula, para 175 alunos. Na frente encontram-se laboratórios para pesquisas, escritórios e à direita um laboratório de química orgânica com sete por onze metros. Fig. 8 — Universidade "Cornell" — Laboratório de Química, primeiro pavimento (Ref. 1, fig. 3, pág. 15). A biblioteca e a parte administrativa ocupam a parte da frente. Em frente à entrada, o museu e, do lado, salas de aula com os "laboratórios de Preparação". Do lado esquerdo, dando para a galeria, o laboratório de química inorgânica, de ensino mais elevado, um laboratório de pesquisa, o laboratório do assistente, o vestiário e um depósito de material, servindo a este laboratório e o de "introdução de química inorgânica", que ocupa toda a área da unidade, tendo as suas entradas pelas galerias da esquerda e da direita. Do lado direito, encontra-se, ligado ao laboratório de "intr. de química inorgânica", um outro vestiário, um depósito de material, sala de balança, instalações higiênicas, laboratório de pesquisas de química inorgânica, laboratório e gabinete do professor, e um laboratório de pesquisas.

Nota-se: a) — que cada seção ou unidade funcional tem a sua sala de aula e b) — que o pavimento está destinado à química inorgânica.

Fig. 9 — Mostra o mesmo edifício (Ref. 1, fig. 16, pág. 27) e as vantagens da sua futura extensão. Swan, diretor do Departamento de Química da "Universidade de Mississippi", tratando do arranjo de interiores e tipos de edifícios, salienta que a forma estreita e comprida é, talvez, a mais aconselhável para os climas quentes. Nas cidades onde o custo do terreno é elevado, as formas de E e de H têm sido empregadas, apesar das suas desvantagens, em certos casos, nos futuros aumentos. Considera a forma mais recomendável para aumentos futuros, em condições permitidas pelo terreno, a do laboratório de Cornell (quadrado), figs. 8 e 9, desenho P4.

Fig. 10 — "Colégio Dartmouth" primeiro pavimento (Ref. 1, fig. 4, pág. 15). As partes salientes, na frente, destinam-se às salas de aula, pequenos laboratórios e à parte administrativa. Na outra parte (no fundo) encontram-se, separados por um anfiteatro, dois laboratórios destinados aos alunos principiantes.

Fig. 11 — "Colégio Muskingum" primeiro pavimento (Ref. 1, fig. 17, pág. 28). As unidades laterais estão destinadas ao laboratório de química geral. Na frente e à esquerda, o laboratório de análise qualitativa. No centro, um depósito de material e, à direita, o laboratório de química inorgânica. Do outro lado, o laboratório de química quanti-

tativa e em seguida a sala de balança, sala de leitura, e dois laboratórios privados.

Fig. 12 — "Western Electric Co", Laboratório de Química (Ref. 1, fig. 111, página 284). Os laboratórios industriais diferem-se, em certos pontos, daqueles dos cursos regulares dos colégios, universidades, etc. Nesta figura encontram-se, da esquerda para direita: instalações higiênicas para homens, escada, depósito de material, laboratório de metalurgia, laboratório de textil e papel, laboratório, sala de balança, escada, escritório.

No fundo e na mesma ordem: biblioteca, laboratório de insulação orgânica, laboratório de tintas, laboratório de analítica.

Fig. 13 — Laboratório de Pesquisas da "Combustion Utilities Corp.", Linden, N.Y. (Ref. 1, fig. 104, página 274). São vários laboratórios, tendo na parte saliente (no fundo) a oficina mecânica.

Apesar de o professor ou o responsável pela seção conhecer, com segurança, as necessidades da ciência experimental que está sob sua direção, é sempre recomendável uma leitura prévia, referente aos laboratórios construídos no país e no estrangeiro. Da responsabilidade do estudo do esboço do projeto não se deve afastar.

Desenho P5 — Para evitar descrições, reunimos, neste desenho, alguns desenhos de edifícios, para dar uma idéia mais detalhada da forma e da distribuição das dependências. Deixamos de identificá-las e de dar a área de cada unidade funcional ou de cada laboratório, para melhor facilitar ao técnico a sua preferência.

Fig. 1 — "Bureau of Mines — Petroleum Experiment Station" terceiro pavimento, "Analytical Edition" (A.C.S.), 1918, pág. 289. Laboratórios de pesquisas.

Fig. 2 — Pennsylvania State College, laboratórios, pavimento térreo, "Analytical Edition" (A.C.S.), 1941, página 512.

Fig. 3 — "Kent State University", Mc Gilbert Hall, quarto pavimento, "Analytical Edition" (A.C.S.), 1941, pág. 135.

Figs. 5 e 8, 11 e 12 — Instituto de Óleos do Brasil. (Praia Vermelha), 1929-1933. Laboratórios e parte semi-industrial (Ref. 5, Vol. I, pág. 400 e vol. II, 418).

Fig. 6 — Instituto Nacional de Óleos (I.N.O.) — Projeto Angelo Murgel (Ref. 6, páginas 276, 286-293).

Fig. 7 — Universidade de Leipzig, Departamento de Química (Ref. 2, fig. 151, pág. 196).

Figs. 9 e 10 — O esquema e o esboço do projeto foram organizados pelo autor com os elementos existentes nos desenhos P4 e P5, podendo ser acrescidos com uma nova unidade. (Comparar fig. 13, desenho P3 com as figs. 5, 3 e 6). Ver Desenho P4, figs. 5 e 6, desenho P5, fig. 6, segundo pavimento.

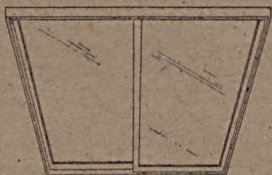
Fig. 12 — Instituto de Óleos do Brasil — Projeto Guimarães, Dourado & Baldassini Ltda. — Quinta da Boa Vista, no terreno ainda hoje disponível, no ângulo cujo lado dá para o portão do "Beco das Cancelas". Esta mesma planta serviria para o projetado na Avenida Maracanã com Mata



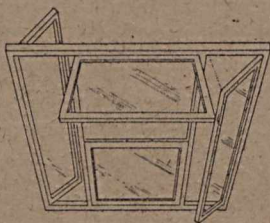
# JANELAS E PORTAS USADAS EM LABORATÓRIOS E DEPENDÊNCIAS



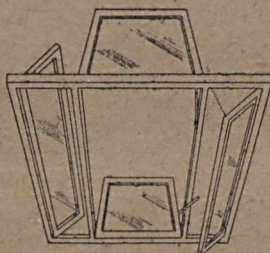
1



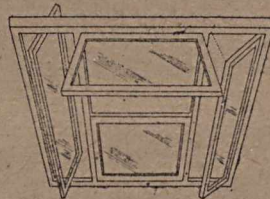
2



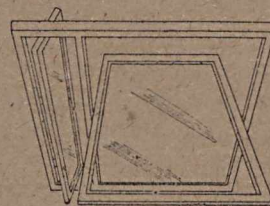
3



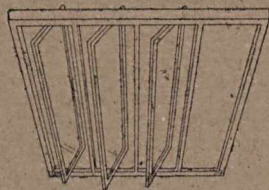
4



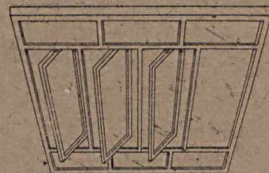
5



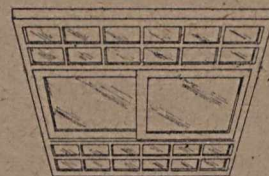
6



7



8



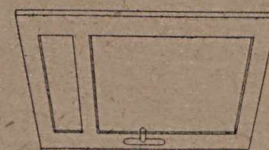
9



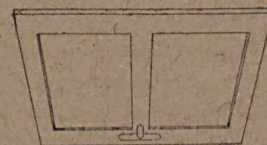
10



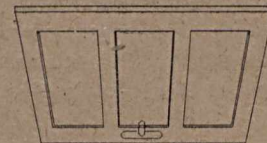
11



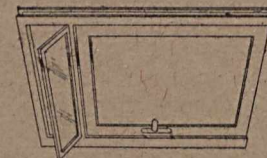
12



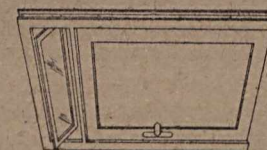
13



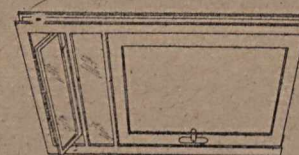
14



15



16



17

DASP D.M.  
ORGANIZOU JOAQUIM BERTINO  
DESENHO FRANCISCO SKLENICKA  
Rio de Janeiro, 9 de Junho de 1944

P6



Machado, com a parte central (anfiteatro) fig. 7 (Ref. 6, páginas 198, 214).

*Fig. 13* — Instituto Nacional de Óleos. Desenho de um esbôço de ante-projeto, apresentado pelo autor. (Ref. 7, páginas 206 e 207).

*Em resumo:* E' difícil aconselhar a seleção de qualquer desenho como superior a qualquer outro, entretanto, os especialistas observam o seguinte:

a) — nos climas quentes um edifício longo e estreito permitirá a melhor circulação externa do ar e o tornará mais confortável;

b) — a forma E ou H tem sido preferida, em vários casos, mas a extensão futura das suas dependências não é facilitada, salvo se forem colocadas na outra parte do edifício;

c) — a forma considerada como a que favorece o aumento é a quadrada, com área interna, preferida para a construção do Laboratório de Química da Universidade Cornell.

As instalações de canalizações, ventilação, etc., são mais dispendiosas numa construção de um laboratório de química do que na de um escritório, e a forma do edifício poderá também concorrer para um aumento, principalmente se os laboratórios não estiverem bem localizados.

E' condenável diminuir espaços, usar material de qualidade inferior ou reduzir as áreas dos laboratórios, para diminuir o custo da construção. Se for possível reunir todos os laboratórios de Química em um único edifício ou pavimento, é aconselhável.

Os laboratórios de biologia, física e geologia poderão ficar juntos em outro edifício.

#### MESAS PARA LABORATÓRIOS DE QUÍMICA E DE MICROSCOPIA

Anteriormente, ficou demonstrado que as dimensões dos laboratórios ou unidades dependiam do número de mesas nêles existentes e estas determinavam a capacidade máxima de cada laboratório.

A padronização dêste móveis, dos espaços de circulação, e a sua distribuição permitem ao arquiteto ou a qualquer outro interessado a aplicação da tabela I, para o esbôço do ante-projeto de um edifício destinado a uma escola, a um instituto de pesquisas ou a um laboratório.

Do exposto, conclui-se que os móveis determinam a área e que a altura máxima da aparelhagem, com a qual se poderá chegar a trabalhar num laboratório científico ou tecnológico, determina o pé direito desta dependência. Não podendo a altura, por motivos técnicos e econômicos, ser variável de um laboratório para outro, numa mesma unidade, tomou-se para base quatro metros; e as mesas móveis facilitam o seu aproveitamento máximo, quando necessário, bastando, para isto, afastá-las.

A Divisão do Material do D.A.S.P. já tem padronizado os móveis destinados às dependências administrativas

das repartições públicas federais, com resultados econômicos indiscutíveis; por êsse motivo, achou conveniente proceder a um estudo dos de maior emprêgo nos laboratórios, a fim de conseguir economia na sua construção, dentro dos seus objetivos experimentais.

As nossas observações anteriores e as suas aplicações já nos haviam orientado no esbôço de projeto de alguns laboratórios, e isto muito nos facilitou a revisão que fizemos no nosso "dossier", que se encontra aqui muito resumido, para facilitar aos não especialistas a compreensão do problema, a qual não deixa de ser de real valor para o nosso país, principalmente neste momento em que se constroem dezenas de laboratórios distribuídos em quase todos os Estados.

A orientação traçada pelo Dr. J. N. Swan, diretor do Departamento de Química da Universidade de Mississippi, no capítulo VII do relatório do "National Research Council Committee" (1), é aqui seguida, acrescida das conclusões chegadas pelo "Mellon Institute of Industrial Research" (Analytical Ed. 1938) e de outros dados e aplicações publicados ou conseqüentes de visitas feitas aos laboratórios de ensino e de pesquisas americanos.

*Mesas — Finalidades* — As mesas e os demais móveis devem ter as suas finalidades definidas, de acôrdo com os objetivos dos trabalhos para os quais vão servir, quer sejam de ensino quer sejam tecnológicos.

*Dimensões:* — Foram dadas anteriormente, apenas para a base de cálculo. Aceitas as dimensões sugeridas nestes "Apontamentos", todo o trabalho será simplificado, quer o do cálculo quer o da instalação dos laboratórios e outras dependências das unidades funcionais (P3).

*Largura:* — No caso presente, a largura para as mesas simples ou laterais recomendada é a de setenta e cinco centímetros (0.75 m), e para as mesas duplas ou centrais, de metro e meio (1.50 m). Para estantes, armários e outras mesas poderá variar de 25 centímetros a 1.50 m.

Outras dimensões poderão ser tomadas, nos casos especificamente aconselhados, dentro das normas traçadas para as bases dos cálculos, para a área dos laboratórios ou outras dependências.

*Profundidade:* — Aqui se considera a largura menos o espaço destinado às instalações; poderá ser, nas mesas simples e duplas, de cinquenta e seis centímetros (Desenhos M1 e M2).

*Altura:* — Para as mesas de laboratório preferimos, por ser a mais recomendável no nosso meio, a de 0.935 (novecentos e trinta e cinco milímetros), podendo ser, no máximo 0.95 (noventa e cinco centímetros). Para as mesas de microscopia, 76 centímetros, e, para as destinadas aos escritórios, etc., a padronizada pelo D.A.S.P. é de 78 centímetros. Para mecanografia, a mesa usada é de 67 centímetros.

*Comprimento* — Para facilitar a padronização, dentro da base da economia, consideramos a mesa menor, como a unidade, com 1.20 m (um metro e vinte centímetros), podendo ser dividida, em certos casos, (ver desenho M1, figuras 1 a 16, A-F) em duas partes ou duas meias unidades. Para uma mesa central (simples ou dupla), tomamos para base de cálculo o comprimento de três metros,







correspondente a duas unidades de um metro e vinte (1.20 m) e uma pia de sessenta (0.60) centímetros de largura, podendo ir até 5.40 m no máximo, o que não é sugerido nos casos normais (Des. P2).

As mesas laterais poderão ocupar toda a profundidade (B) do laboratório ou, apenas, uma parte (desenho M1, fig. A-F), dependendo das suas necessidades. Nela é que se colocam, geralmente, as capelas, estufas, etc. O seu comprimento não influi, por este motivo, nos cálculos principais da Tabela I. (Ver desenhos P1 e P2).

**Espaço entre mesas** — Está em relação com as necessidades da circulação e as necessidades mínimas do trabalhador. Uma mesa muito comprida exige, evidentemente, um espaço maior entre mesas. Após cuidadoso estudo, chegamos à conclusão de que os espaços mais satisfatórios (ver desenhos P1 e P2) são: 1.50 m (um metro e meio) entre mesas, quando se trabalha numa mesma área, de costas um para outro (desenho P1, figs. 7, 9, 10, e desenho P2, figs. A, B, 2, 7); de 0.75 (setenta e cinco centímetros), quando se trabalha numa mesa simples, de costas para outra mesa simples (desenho P1, fig. 14 e desenho P2, figs. 1, 2, 4); de 1.00 (um metro) entre mesas, quando serve, apenas, para passagem (P1, fig. 15 e P2 fig. B, C), e de um metro e vinte e cinco centímetros (1.25 m), nas mesas dos extremos (P2 — 2, 6, 11), para facilitar a passagem e o trabalho do técnico.

Estas dimensões padronizadas facilitam, extraordinariamente, todos os cálculos indispensáveis à construção de laboratórios e outras dependências, e, logicamente, a aplicação da Tabela I e de outros cálculos nela baseados, assim como a distribuição dos móveis.

**Gavetas** — Foram selecionadas, de acordo com as sugestões dos melhores fabricantes de móveis para laboratórios, tendo em vista a sua maior aplicação e diminuição do seu custo. Apesar disto, graças à cooperação do nosso colega, Engenheiro Luiz Felipe de Barros, ainda nos foi possível reduzir ao mínimo o número de tamanhos de gavetas, que consideramos padronizadas para base de estudos. Os seus tamanhos são: 0.06 m (desenho M1, fig. 13 e M2, fig. ); 0.80 m, M-1, 5, 9, 11, 14; 0.136 m, M-1, 12 e 13, e M-2, ; 0.175 m M-1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, e M-2; 0.225, M-1, 11; 0.270 m, M-1, 14; 0.370 m, M-1, 5 e 0.76 m, M-1, 16, não conveniente em madeira.

**Pés** — São aconselhados o seu uso no nosso clima, principalmente nos laboratórios (Desenhos M1 e M2). A altura preferida foi de cinco centímetros para as mesas de laboratório e de noventa e um milímetros para as de microscopia, podendo ser diminuída.

**Mesas para microscopia** — Preferimos o tipo recomendado pelo eminente Professor E. M. Chamot, professor de microscopia química da "Cornell University", e cuja descrição se encontra no relatório do "Committee" (1), desenho M2.

O Professor Chamot salienta que o microscopista deve sentir-se perfeitamente confortável quando trabalha, com os seus acessórios, instrumentos e reagentes facilmente obtidos, sem ser preciso levantar-se.

As dimensões foram ligeiramente aumentadas, de 0.69 para 0.75 m e de 1.12 m para 1.20 m, para ficar dentro da padronização. O Professor Chamot acha que "aquelas

dimensões são as mínimas, por ele achadas como práticas, para um estudante de laboratório".

Quanto à altura destas mesas, o Professor Chamot acha que a mais desejável é a de 71 (setenta e um) centímetros, entretanto, os fabricantes Kewaunee adotam 76 centímetros e o "Laboratory Furnitures Co., Inc.", 65 centímetros. No Instituto Nacional de Óleos mandamos fazer com 76 centímetros, mas, com possibilidade de diminuir o tamanho dos pés.

No presente desenho, mantemos a mesma altura, dando margem àquela diminuição. Fizemos uma ligeira modificação do tipo que adotamos no Instituto Nacional de Óleos, dando um número maior de gavetas e tornando a mesa mais útil a outros trabalhos de ótica aplicada. As especificações encontram-se no desenho M-2, fig.

**Mesas para espectroscopia** — Na parte de instalações, daremos, possivelmente, a melhor instalação para um laboratório de espectroscopia, etc., uma vez que melhor atenderá às exigências técnicas.

**Área ocupada por mesa** — O cálculo mais simples é o referente ao laboratório de dezoito (18) metros quadrados (3x6), desenhos P1, fig. 7, P2, fig. A, com duas mesas laterais, tendo 0.75 de largura e 6 metros de comprimento ( $0.75 \times 6.00 = 4.50 \text{ m} \times 2 = 9.00 \text{ metros quadrados}$ ), e um espaço de 1.50 m ou sejam 9 metros ( $1.50 \times 6 \text{ metros quadrados}$ ), que, somados, dão 18 metros quadrados. Estas duas mesas laterais poderão ser substituídas por uma mesa central ou dupla de três metros de comprimento, que necessitará da mesma área (P2, figs. A, B e C), de maneira que serviu para base de cálculo (Tabela I).

Examinando-se as figuras A-C, 1-11 de P2, verificar-se-á a exatidão e a simplificação dos cálculos feitos e a utilização prática da Tabela I.

**Aplicações** — Capacidade do laboratório — A capacidade dependerá do número de unidades em cada mesa e do espaço ocupado pelo técnico ou pelo aluno (Desenho P2, fig. 13).

Nos laboratórios dos professores e pesquisadores, os móveis entram, apenas, para base de cálculo da área, como foi estudado anteriormente.

Nos laboratórios para alunos dependerá das suas finalidades e do número destes por unidade. Ex.: Laboratório de química geral e inorgânica ou de análise qualitativa, unidades (M1 — fig. 3). Se cada aluno ocupa uma parte da unidade (uma gaveta e um armário), o que é comum nas escolas americanas, a capacidade será de dois alunos por unidade simples ou quatro na dupla. A área ocupada por aluno será largura 0.60 m x 0.75 m comprimento = 0.45 m. O espaço que necessita para trabalhar é de 0.75 m (P2, fig. 13) e, neste caso, o cálculo será:  $0.60 \text{ m} \times 1.50 \text{ m} = 0.90 \text{ m}$  (P1, fig. 14, P2, fig. 13 e Tabela I).

Nos laboratórios de análises quantitativas, de química orgânica, agrícola, biológica, os trabalhos exigem uma maior área e estão sujeitos à orientação dada ao curso. (Tabela I, desenhos P1 e P2).

A simples unidade poderá constituir uma mesa, evidentemente. Nos laboratórios de ensino as mesas padronizadas compõem-se de um número determinado de unidades do mesmo tipo, entretanto, no de pesquisas variam de acordo



com as necessidades do trabalho (M1, fig. A-F). No laboratório de ensino o aluno deve ter o necessário para guardar o seu material e determinado o lugar em que trabalha.

Várias combinações de unidades poderão ser feitas (M1, fig. A-F), devendo ser notado que o armário (M1, figura 1, 2-9) deve ser colocado oposto à pia — podendo ter ou deixar de ter prateleira ou gavetas, conforme o fim em vista — para facilitar qualquer conserto.

A padronização destas unidades traz a grande vantagem de permitir, a qualquer momento, a extensão da mesa, sem gasto maior do que a substituição do tampo e isto mesmo poderá ser evitado se o primeiro instalado fôr calculado para toda extensão ou tiver um dos lados talhado para receber o encaixe, tomando depois a pequena folga existente com material adequado (M1-2).

Para resumir, damos no desenho M2, todos os elementos para aplicação do mesmo raciocínio na seleção de mesas para microscopia, notando que esta publicação não substitui a consulta dos livros especializados, artigos de revistas, catálogos, etc. Para orientar, observamos que as unidades de ns. 1, 3, 7, 8, 9, 11 e 16, do desenho M1, foram estudadas e recomendadas pelo "Mellon Institute of Industrial Research" (The Analytical Edition, Ind. & Eng. Chem., A.C.S., 1938, páginas 555); as de ns. 2, 3 e 5 pelo "National Research Council Committee"; as de ns. 4 e 10 pela E. H. Sheldon & Co. e a de número 6 pela Kewaunee Mfg. Co., dos Estados Unidos.

As figuras A-F encontram-se também no catálogo "Kewaunee Book of Metal Scientific Laboratory Furniture", 1939, páginas 126-129, com alterações.

E' de grande vantagem consultar catálogos dos fabricantes especializados. O nosso maior-trabalho foi estudar cada tipo, adaptá-lo às unidades do sistema métrico e selecionar os de maior interesse para os trabalhos dos nossos laboratórios. Antes de chegarmos aos modelos encontrados no "Desenho M1", estudamos todos os modelos de vários fabricantes americanos, ingleses e alemães. Em geral, todos os modelos recomendados pelo "Mellon Institute" e pelo "Committee" são encontrados nos catálogos modernos de móveis para laboratório.

No Instituto de Óleos do Brasil encontram-se, nos seus laboratórios, os tipos ns. 4 e 10 com o n. 1 (meia unidade, e F, sem o armário de roupa). Outras combinações seriam feitas nos seus novos laboratórios. As mesas existentes para microscopia são as que se encontram aqui desenhadas.

**Construção das mesas** — Há muitos anos vêm os americanos e os europeus empregando mesas móveis ou amovíveis. Antigamente, recebia-se estas mesas da França e da Alemanha, principalmente da Alemanha, com tampo de "lava esmaltada", instalações de água, gás, etc., na própria mesa. Estas mesas ainda existem em vários laboratórios desta capital.

Devido às dificuldades diversas para obtenção daquelas mesas, conseqüentes algumas da falta de dotações e facilidades de importação, iniciou-se no período da guerra de 1914, em maior escala, a construção de mesas de concreto armado, tendo como tampo uma lage de concreto revestida de azulejo ou de cerâmica. Este sistema se foi generalizando de maneira tal, que, hoje, existem mesas com tampo de concreto sobre pés de canos de ferro galvanizado, sobre colunas de alvenaria e de diversas outras formas, que sinte-

tizam, muitas vezes, o esforço do administrador, lutando com a falta de dotação para resolver os problemas de difícil solução, problemas, aliás, simples, se dêles só dependessem.

A *armação com canos de encanamento* é, ainda hoje, usada nos Estados Unidos, e poderá ser também aqui aconselhada, logo que haja fabricação nacional deste artigo. Não se tornará necessário ser feita de cano de ferro galvanizado, podendo ser com tubos de ferro centrifugado.

O principal é que seja facilmente removível da mesma maneira que um armário, isto é, que possa ser colocada de maneira que melhor satisfaça às necessidades do laboratório. Isto não será fácil de ser obtido quando se trabalha com material não padronizado.

Os inconvenientes das mesas de concreto, fixas, tornam-se muito mais destacáveis quando elas são colocadas em um pavimento superior.

Após prolongados estudos foi que os técnicos e fabricantes de móveis para laboratório, nos Estados Unidos, na Inglaterra e em outros países, já há algumas dezenas de anos, resolveram adotar o sistema de unidades portáteis; que facilitam adaptação rápida de qualquer mesa às necessidades imediatas dos trabalhos do laboratório.

As desvantagens da mesa fixa são várias e dentre elas destacam-se as mais comuns:

- 1.º — impossibilitar qualquer alteração na sua distribuição no laboratório, quando julgada necessária para maior eficiência, inclusive maior aproveitamento do pé direito;
- 2.º — dificultar consertos nas instalações;
- 3.º — aumento de carga (pêso) inútil sobre o piso;
- 4.º — dificuldade de ampliação;
- 5.º — menor volume de aproveitamento;
- 6.º — menores facilidades para asseio e conservação;
- 7.º — maior custo e perda parcial ou completa, quando tiver que sofrer alterações.

**Instalações** — E' assunto de outro trabalho mais detalhado. Atualmente, nos laboratórios modernos de pesquisas, especialmente construídos para este fim específico, as prateleiras e as instalações de água, gás, ar, vácuo, eletricidade, etc., não se encontram presas ao tampo da mesa lateral, enquanto que isto não acontece nas mesas centrais ou duplas e nas destinadas aos alunos. Esta parte será melhor estudada em outra publicação.

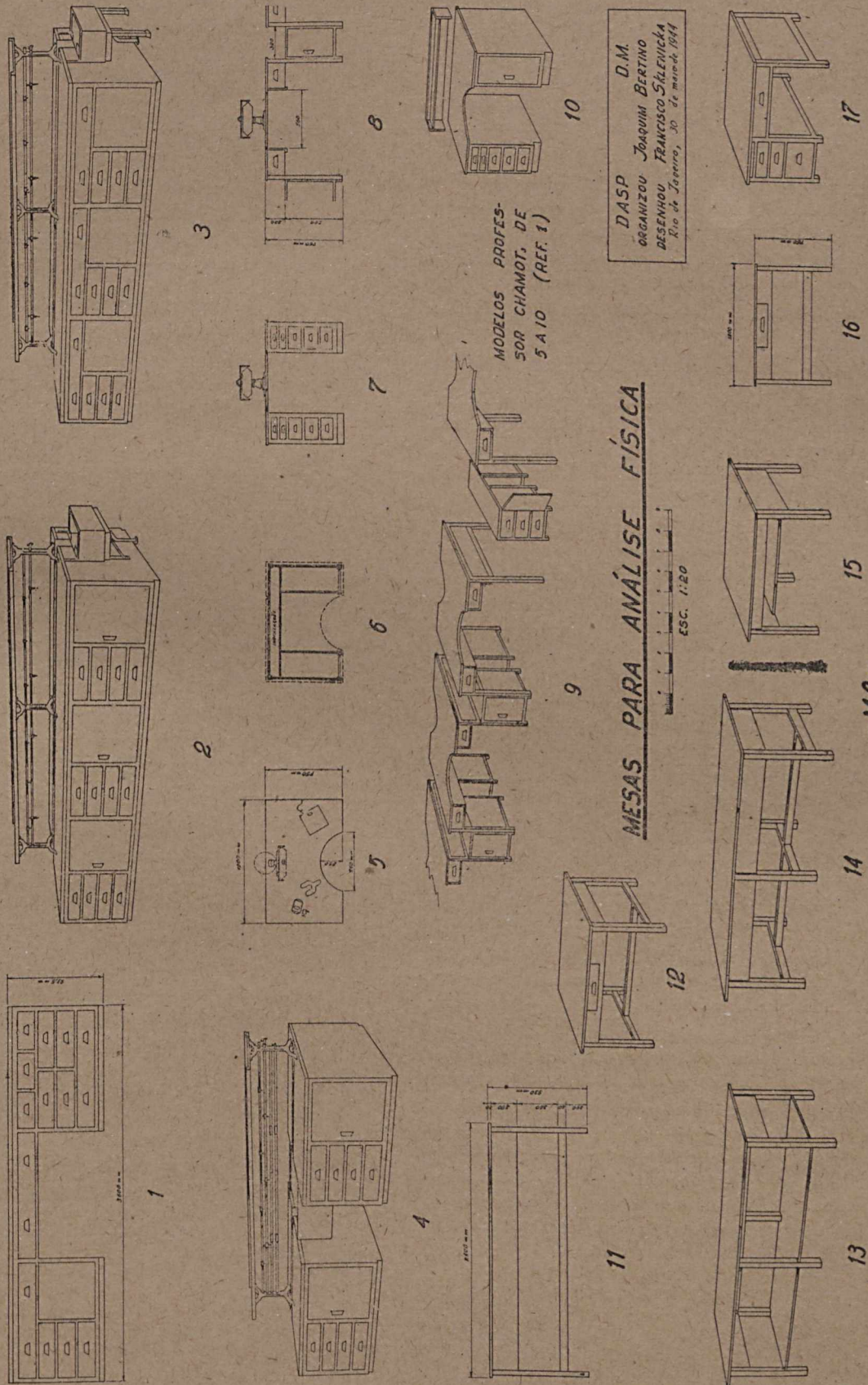
Quando se encontram presas às mesas são facilmente removíveis e expostas, sendo colocadas no meio da mesa quando se tratar de uma mesa central, e, no fundo, quando fôr lateral, podendo também, neste caso, ficar presas contra a parede, como se observa nas do "Mellon Institute" e nas do Laboratório de Pesquisas "Metcalf" da Universidade de Brown, etc.

Não é mais admissível, hoje, por contrariar princípios elementares, haver canalizações embutidas nos laboratórios de química, de difícil exame e conservação.

**Prateleiras sobre a mesa** — Quando colocadas sobre a mesa, devem ficar a uma altura mínima de 28 centímetros, e as demais prateleiras espaçadas de 20, 25 ou 33 centímetros, de acordo com as necessidades. A última prate-



# MESAS PARA LABORATORIO





leira deve ter maior largura. É considerada uma boa largura para a prateleira lateral 10 a 15 centímetros e para a central de 25 a 28 centímetros.

**Pias** — A sua instalação está em relação com as necessidades do trabalho, o comprimento das mesas e, em alguns casos, as disponibilidades financeiras. Usa-se colocá-las presas às extremidades das mesas e na própria mesa. Está em uso, em maior escala, principalmente nas mesas centrais, colocar calhas no centro, que descarregam na pia lateral.

Em substituição às pias e às calhas centrais usa-se esgotos tubulares feitos com tubos de chumbo, que se comunicam, em alguns casos, com os das pias.

As pias devem ser colocadas, em geral, na parte oposta aos armários, para melhor exame, consertos, etc.

Na parte de instalações, trataremos mais detalhadamente deste caso.

**Ferragens** — Devem ser de metal amarelo.

**Tampo das mesas** — Deixamos para o fim esta parte, uma vez que envolve uma série de problemas de interesse técnico, que têm sido, em vários casos, desprezados.

Notamos que as mesas de laboratório de química não devem ter tampo de vidro, de opalina ou de "tecnolite", material que não resiste ao calor e melhor empregado nas mesas de microscopia, de laboratórios de bacteriologia, etc.

Existe o "Technoplate", similar ao "Tecnolite" que resiste aos choques sobre a superfície e ao calor, mas é muito dispendioso.

Quando se vai trabalhar com o emprêgo do calor, é indispensável que o material tenha "espaços de ar" ou que resista ao calor, por exemplo, a madeira, "asbestolite", "brasilite", "transit", etc.

No estrangeiro estão aplicando, em grande escala, placas de cimento-amianto para tampos de mesa e, no Brasil, salvo engano, foi primeiramente empregado no Instituto Nacional de Óleos, em 1942.

Resumindo, pedimos atenção para os seguintes pontos:

**Material que não resiste ao calor:** "Tecnolite", Opalina e Vidro, borracha e "linoleum";

**Material que resiste ao calor:** "Technoplate, asbestos, "asbestolite", "industal", "transit", "Kenstone", "asberit", "brazilite", madeira, "kemweld", chumbo, aço inoxidável, "alberene", pedra sabão, lava esmaltada.

Para o Brasil, no momento atual e no pós-guerra, parece-nos que devemos estudar aplicação da madeira e do cimento-amianto em maior escala. Nos Estados Unidos estão construindo mesas para laboratório, em maiores proporções, de madeira com tampo de "Transit", que é cimento-amianto.

Qualquer que seja o material usado do grupo de cimento-amianto, pedra-sabão, "alberene", e madeira, necessita de acabamento, cujos processos se encontram em livros, revistas e catálogos de material para laboratório.

**Acabamento** — Para as mesas com tampo de madeira, várias fórmulas são usadas, destacando-se entre elas a publicada por Read no seu trabalho — "Laboratory Table Top Materials" (Ind. & Eng. Chem. Vol. 15, n. 6, 1923, p. 569) no qual é usado o sulfato de zinco em lugar do sulfato de cobre, que consta na fórmula do "National Bu-

reau of Standards", transcrita no relatório do "National Research Council Committee" (1) e nestes apontamentos.

A aplicação deste acabamento faz com que o tampo de madeira fique resistente aos ácidos, apenas, exige que esteja completamente limpo e bem lixado, "livre de tintas, vernizes, gordura ou produto químico", e que sofra uma carbonização superficial (chamuscamento).

As duas fórmulas abaixo transcritas poderão ser empregadas de acordo com a resistência da madeira.

#### "Solução n.º 1 — I — II

125 gramas de sulfato de cobre — Idêntica a I  
125 gramas de cloreto de potássio — Idêntica a I  
1.000 gramas de água — Idêntica a I

#### "Solução n.º 2"

150 gramas de um bom óleo novo de anilina — Idêntica a I  
180 gramas de ácido clorídrico concentrado — não  
1.000 gramas de água — "

#### "Solução n.º 3"

Bicromato de potássio (10%)	100 ml.
Ácido clorídrico (5%)	50 ml.
Água	1.000 ml.

Aplicar com pincel uma camada da solução n.º 1, fervendo; deixar secar e aplicar uma nova camada, e depois de seca, nas mesmas condições, duas camadas das soluções 2 e 3. Depois de o tampo de madeira estar completamente seco, retirar o excesso da solução, lavando-o com uma solução quente de sabão, e, depois de seco, deve ser tratado com óleo de linhaça, esfregando-o com uma esponja ou com um pano de flanela". A conservação e duração destes tampos dependem do modo de trabalho e, por este motivo, está sendo substituído pela pedra-sabão, cimento-amianto, "asberene", etc.

Para o cimento-amianto, pedra de sabão e outros, usa-se o acabamento com uma solução recomendada pelo "Committee" (1), assim obtida: "parafina — 450 grs, gasolina — 340 ml e querosene — 340 ml. Fundir a parafina em banho-maria, esfriá-la a cerca de 60° C e juntar o querosene, vagarosamente, agitando a solução constantemente, e depois a gasolina, misturando-a muito bem. Conservar a solução em frasco fechado, longe da chama". A aplicação desta solução procede-se da seguinte maneira: é esquentada em banho-maria até tornar-se fluida e, com um pano, aplica-se uma pequena camada sobre o tampo que é depois polida com um pano seco. Os melhores resultados são obtidos quando a superfície do tampo não está fria.

Estudamos várias fórmulas com parafina e carnaúba ou uricuri; ceras vegetais, óleo de linhaça e oiticica ou tungue, preparados em diferentes temperaturas para obtenção de um bom acabamento, com material nacional.

Em vários outros casos, poder-se-á pintar o tampão com esmalte adequado ou tratá-lo com verniz resistente aos ácidos, etc. As nossas experiências não puderam ser acabadas.

Nos casos comuns, por uma mera medida de economia, pode-se usar qualquer outro acabamento que satisfaça os fins em vista.

Quando tratarmos das instalações, daremos outros apontamentos úteis.



### CAPELA — A SUA CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO

A mesa é um móvel obrigatório nos laboratórios e o seu número determina a área necessária desta dependência. Isto não acontece com as capelas, que podem deixar de existir nos laboratórios em cujos trabalhos não há despreendimento de vapores de qualquer espécie. Quando isto acontece, quer seja o simples vapor d'água proveniente de uma evaporação ou o despreendimento de vapores de líquidos voláteis, nocivos ou venenosos, corrosivos ou não corrosivos, é obrigatório o seu emprêgo.

Já tivemos oportunidade de selecionar o melhor tipo de capela, de orientar a sua construção e instalação em laboratório de química, e de conhecer as suas dificuldades não só nestes laboratórios como naqueles por nós visitados nas instituições de ensino, de pesquisas e industriais americanos, de maneira que temos uma série de observações, que, completadas com a leitura de publicações especializadas, tornam-se úteis ao leitor; entretanto, poderemos afirmar que os capítulos escritos pelo professor C.R. Hoover, chefe do Departamento de Química da Universidade de Wesleyan, no "Report of the National Research Council Committee" (1), são completos e conseqüentes da cooperação de dezenas de professores de química, fabricantes de material, etc. Não faremos mais do que reunir e resumir todos aqueles dados, traduzir o necessário, selecionar desenhos e chamar atenção para os pontos principais, especificados pela experiência.

Este nosso trabalho está também baseado no programa anteriormente traçado, nas unidades para padronizar e economizar.

**Definição:** — A Capela é uma parte da instalação de ventilação, no sentido genérico, destinada a aspirar e a exaustar, natural ou artificialmente, vapores ou gases conseqüentes das operações nela realizadas.

Os seus objetivos principais são: a) reter os vapores despreendidos nas operações sob elas realizadas e expeli-los, pelo processo natural ou

artificial; b) auxiliar, como parte do sistema, a ventilação do laboratório, evitando uma expansão de vapores pelo recinto, e c) proteger o trabalhador e o material contra a ação das poeiras, vapores ou gases.

As partes componentes da estrutura ou corpo de uma capela são: a) orifício ou tubo de exaustão; b) coifa ou teto; c) paredes laterais; d) fundo; e) base e f) janela ou abertura externa. Geralmente, está instalada sobre mesa, caletes ou suportes.

**Tipo:** — O mais simples, desenho M3 — fig. 1, compõe-se, apenas, de um tubo de aspiração e da coifa. O número 2 já possui paredes laterais, o número 3 o fundo, tipo aberto, e o número 4 a janela, tipo fechado (M-3 — figs. 3 a 6). Estes dois últimos tipos, aberto e fechado, são os mais conhecidos e utilizados nos laboratórios, principalmente naqueles destinados aos últimos anos dos cursos de ensino superior e às pesquisas. Os tipos ns. 1 e 2, considerados como tipos individuais, são mais empregados nos laboratórios de ensino de química inorgânica e da analítica qualitativa.

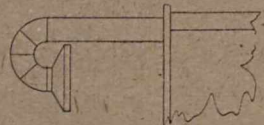
Em 1919, no "Carnegie Institute of Technology", Pittsburgh, Pa., já nas mesas centrais dos laboratórios de química, também usadas pelos alunos dos cursos superiores, havia a capela individual, mas a do tipo fechado e instalada no meio da mesa, servindo a quatro alunos (dois de cada lado); apenas, eram de dimensões menores e a aspiração era feita por um tubo central, interno, com aberturas laterais centrais no sentido de toda a sua altura. Nenhuma dificuldade sentimos neste tipo de capela; todavia, existindo em grande número no laboratório, exige uma melhor iluminação natural ou artificial.

Atualmente, em vários laboratórios modernos, principalmente nos de química orgânica, são colocados sobre as mesas, ou ao lado destas, tubos de aspiração para aumentar a eficiência da ventilação, retirando do ambiente vapores ou gases oriundos das operações químicas realizadas.

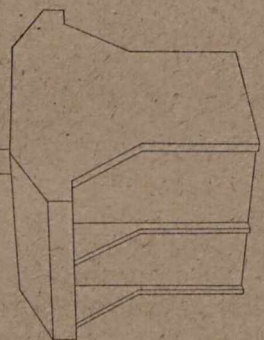
Na nossa visita às universidades de Columbia, Harvard, Illinois e Princeton vimos instalados os tipos individuais n. 2 nos laboratórios de química inorgânica e de analítica qualitativa.



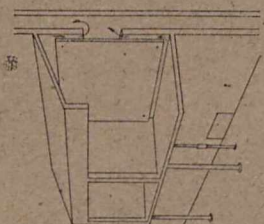
# CAPELAS PARA LABORATÓRIO



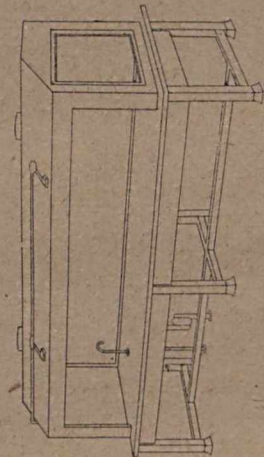
1



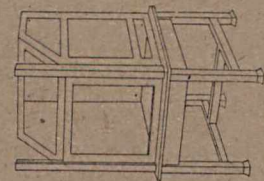
2



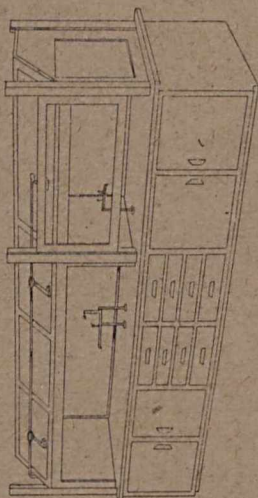
3



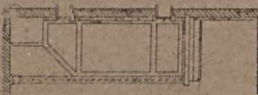
4



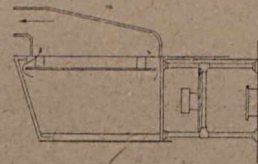
5



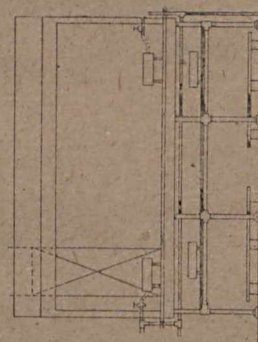
6



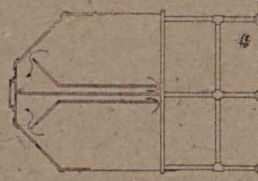
7



8



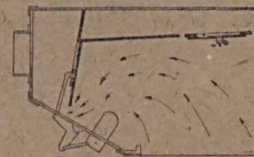
9



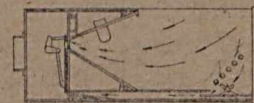
10



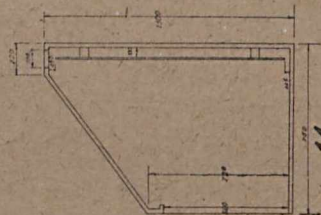
11



12

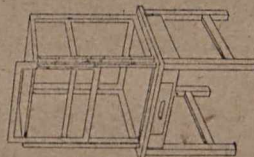


13

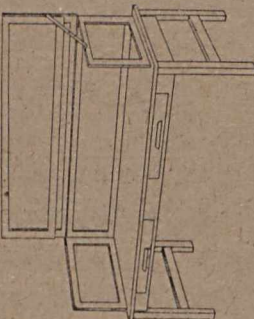


14

M.3



15



16

ORGANIZOU JOAQUIM BERTINO  
RESENDEU FRANCISCO SILLINCKA  
Em 24 de Junho de 1944



Os tipos ns. 3 e 4 são também denominados gerais ou laterais, dado ao fato de estarem sempre colocadas em um dos lados do laboratório. Facilitam o manejo da aparelhagem, principalmente a do tipo aberto (fig. 3 do M-3), que, às vezes, ocupa toda a extensão da mesa lateral do laboratório.

**Construção** — A estrutura ou corpo da capela mais comum é encontrada no desenho M-3 e poderá ser de madeira, de ligas de alumínio, de ferro (usado no nosso meio), variando em detalhes de acordo com os seus principais objetivos e material empregado.

Na construção os materiais mais empregados são: cimento-amianto, pedra-sabão, vidro-armado e, na falta deste, vidro plano espesso. Nas capelas que especificamos para o Instituto Nacional de Óleos a estrutura é de madeira e as suas partes de cimento-amianto (brazillite), exceção da janela que é de vidro plano, pela falta de vidro-armado que deve ser o preferido, como garantia contra acidentes, etc. O uso do vidro-armado no teto ou coifa, nas paredes laterais, parcial ou totalmente, tem como objetivo facilitar a iluminação da capela.

As partes constituintes da estrutura ou corpo da capela deverão ser também consideradas sob o ponto de vista das suas finalidades e daremos, em resumo, as observações mais importantes.

**Coifa ou teto** — E' a parte superior da capela, constituída de uma única fôlha ou placa (M-3 — fig. 3), formando com a vertical da parede um ângulo de 45 a 60 graus, tendo na parte frontal uma barra estreita de dez até trinta ou mais centímetros de largura, variando com o tipo, comprimento, altura e fins da capela. Poderá ser dividida em duas partes: uma horizontal, paralela à base, e a outra formando ângulo com esta. (M-3, figs. 5-7, 10-14). Os vapores ou gases para ela se dirigem e representa, conforme o Professor Hover, o papel de "reservatório para coletar os gases mais leves do que o ar, os quais, por diluição e resfriamento, são aproximados à densidade do ar e com este se misturam, e retirados com facilidade" pela abertura nela feita. Dados aos seus fins, deverá ser construída de maneira que não seja possível o escapamento dos gases. O material empregado na

sua confecção é o vidro-armado, placa de cimento-amianto, pedra-sabão, madeira, etc.

**Lados ou paredes laterais** — O mesmo material poderá ser empregado. O vidro-armado, em um ou nos dois lados, facilita a iluminação da capela, e poderá ocupar, apenas, uma parte, tendo-se, neste caso, que fazer uma armação adequada. Na frente, poderá ter uma tira de cinco ou mais centímetros de cada lado, variando com o tipo, comprimento e altura da capela. As instalações de água, gás, ar, vácuo, etc., são colocadas lateralmente e são as mais preferíveis em várias instalações.

**Base** — E', geralmente, o tampo da mesa sobre o qual se fixa, entretanto, isto não impede que tenha a sua base própria de cimento-amianto, pedra-sabão, madeira, etc. As instalações de água, gás, ar e vácuo, etc., encontram-se também instaladas na base e alguns preferem este sistema, ficando as torneiras e a parte elétrica fora da capela. Adotamos este sistema e o lateral, preferindo este no caso da capela ser uma continuação da mesa ou ficar entre mesas ou unidades.

**Janela** — A empregada é a do tipo guilhotinha e deverá ter vidro-armado ou plano com uma espessura que lhe dê bastante resistência e segurança. E' conveniente preferir sempre o vidro-armado ou, na falta deste, dividir a janela de maneira que, sem prejudicar a iluminação, tenha a percentagem mínima de vidro (M-3, figuras 5-7).

**Fundo ou parede** — Em vários casos, a própria parede do laboratório, devidamente impermeabilizada, constitui o fundo da capela. Em outros casos, é colocada uma placa de cimento-amianto ou pedra-sabão ou madeira, etc., etc. (M-3, figs. 3, 8, 10-14).

Havendo vapores pesados e leves é necessário haver aberturas em diferentes pontos pelos quais a tiragem possa ter lugar e depende da densidade dos gases, da velocidade da corrente de ar conseqüente do aquecimento, da introdução de ar na parte superior da capela ou da velocidade da exaustão.

Para resolvermos de maneira mais simples, fizemos nas capelas do Instituto de Óleos, em 1929, quando na Praia Vermelha, um tubo, na



parede, revestido de azulejo, com três aberturas, sendo uma a três centímetros acima do tampo da mesa ou base para os vapores mais pesados, outra no meio e a última na extremidade para os mais leves, a qual se comunicava por meio de um pequeno tubo lateral com a chaminé. A abertura era regulada pela janela, feita com um azulejo. A figura 7 no desenho M-3 mostra duas aberturas para vapores pesados e leves, e foi retirada do catálogo "Laboratory Furniture Co., Inc.". Aquelas capelas funcionaram satisfatoriamente.

As aberturas, quer sejam feitas na parede da capela ou na coifa, estão, evidentemente, em relação com a área da capela, o processo de exaustão e a localização.

Devemos notar que a própria temperatura ambiente da capela, superior a do ambiente do laboratório, concorre para a diminuição da densidade dos vapores e, a percentagem dos mais leves é muito maior do que a dos mais pesados, sendo a proporção, mais ou menos, de dois para um. Quando se trabalha com substâncias que só desprendem vapores leves, esta proporção não existe e o número de aberturas poderá ser diminuído. É preferível construir capelas para satisfazer todas as exigências e a regulação das aberturas ou janelas, com o ladrilho ou outro processo, facilita a saída dos vapores, sem ser preciso alterar a construção da capela (M-3, 7-14).

Havendo, em vários casos, escapamento de vapores pesados, usa-se também colocar uma abertura sob a mesa ou suporte da capela, no mínimo três centímetros acima do piso, que, comunicando-se com o tubo de exaustão, facilita a remoção dos vapores porventura existentes.

Apesar de todos os esforços para simplificação, chegou-se à conclusão de que a tiragem, em certos casos, era imperfeita e que era preciso um fundo duplo regulável, mesmo no caso do fundo fixo ser a parede, dada a vantagem de substituir uma série de tubos de diversos diâmetros e de facilitar uma tiragem completa dos vapores existentes, em qualquer local da capela (M-3, 8-14).

**Dimensões** — Variam de acordo com o tipo e objetivos; entretanto, consideramos a de menor comprimento a de quarenta centímetros (M-3 figs. 1 e 2) e, dentre os seus múltiplos, tomamos 120 centímetros como unidade padroni-

zada para as capelas de laboratórios de química. A largura é a padronizada para a mesa simples (0.75m), a altura da superestrutura, externamente, 130 centímetros para os tipos aberto e fechado, apenas, no tipo fechado, devido à janela de guilhotina, as caixas dos contrapesos têm a altura de 137 centímetros.

As dimensões das capelas que sugerimos (M-3 — fig. 14), são: comprimento total — 1,20m; largura (profundidade) total — 0.75m; altura — 1.30m e 1.37m; largura da coifa ou teto na parte superior — 0.22m; abertura total — 0.72m (parte frontal 0.10m e abertura 0.62). Quando for necessário aumentar a abertura é conveniente aumentar, também, a largura da placa frontal da coifa no tipo aberto, assim como quando as operações derem lugar a um grande desprendimento de vapores médios e pesados. A distância máxima compreendida entre o fundo e a placa regulável, poderá ser de 10 centímetros. Dadas as exigências de melhor ferragem e do maior custo, não preferimos a do tipo "Mellon Institute", M-3 — 13 (catálogo Kewaunee Mfg. Co., Scientific Laboratory Furniture), entretanto, acreditamos que o tipo aberto ou fechado por nós especificado, com a placa colocada como indicada na fig. M-3 — 13, satisfará todas as necessidades. O custo da capela M-3, 13, com janela, tubo de exaustão e capelo (chaminé) não ficará superior a Cr\$ 1.000,00 em épocas normais, excluídas as tubulações para água, etc., uma vez que o material empregado seja cimento-amianto e vidro.

**Localização** — Ao localizarmos uma capela, devemos ter em vista os pontos notados pelo Professor Hoover e por outros técnicos, assim resumidos : 1.º) remoção completa de vapores (raramente possível no tipo individual, M-3 — 1 e 2); 2.º) economia de espaço — possível com a capela individual (M-3 — 1 e 2), não satisfazendo, entretanto, o seu objetivo principal, ou seja, a remoção completa dos vapores; 3.º) economia de movimento, melhor obtida com a capela individual, por estar localizada na própria mesa central de trabalho; mas, para evitar perda de movimento, pode-se instalar as capelas, abertas ou fechadas, ao lado das mesas, aproveitando-se os espaços das paredes entre as janelas laterais; 4.º) facilidade do emprêgo de aparelhagem de maiores dimensões, protegida contra a



perda de vapores conseqüente do seu funcionamento e operações (M-3 — 3 a 6); 5.º) remoção completa de vapores, dada a igualdade de diluição e temperatura e maior simplicidade do sistema de tubulação e conexão, o que será também menos dispendioso quando instalado nas paredes laterais; 6.º) colocação das capelas de maneira que não haja interferência com a luz natural e que as correntes de ar das janelas ou portas sejam evitadas, em qualquer tipo de capela, assim como o congestionamento, conseqüente da localização e funcionamento de um grande número de capelas de um só lado, em um só momento. Esta parte poderá ser facilitada com a distribuição das capelas nos dois lados e no fundo do laboratório, quando possível, permitindo que uma maior massa de estudantes trabalhe numa mesma distância da mesa de operações, sem prejuízo da circulação.

A localização mais lógica e aconselhada para uma capela é aquela que permite a sua instalação ao lado das paredes laterais ou na do fundo, satisfazendo os pontos anteriores. Nos laboratórios de pesquisas químicas é, geralmente, mais usado na extremidade da mesa simples ou lateral ligado ao corredor ou do lado da parede do fundo, por permitir uma melhor distribuição do sistema de exaustão. Casos existem em que as capelas são colocadas em laboratórios diferentes, do mesmo lado, permitindo economia do tubo de exaustão e no total da instalação (M-3 — 10). Nos laboratórios de ensino, as capelas são colocadas de maneira que satisfaçam integralmente o estudado acima. Somos adeptos da localização nas paredes laterais e na do fundo.

**Funcionamento** — Um bom funcionamento de uma capela depende da exaustão das poeiras, vapores ou gases nela retidos e para se ter uma boa exaustão, pelo processo natural ou artificial, é necessário compreender que a densidade, o volume e a velocidade do ar e mistura determinam a eficiência do sistema. Dêstes só estudamos a velocidade, por abranger todo o sistema.

**Velocidade** — A velocidade de uma corrente de ar ou de uma mistura gasosa está também em relação com a temperatura, por influir na densidade, e com o volume a aspirar. Poderá ser também regulada pelas aberturas existentes na capela, destinadas a facilitar a remoção de

vapores mais leves e mais pesados do que o ar, por um tubo que se comunica diretamente com o exterior ou com a chaminé.

Este tubo é protegido na extremidade externa por uma cobertura denominada *capelo* e constituem estas duas partes a *chaminé*, propriamente dita. O ar aquecido ou a mistura gasosa, ao penetrar no tubo ou na chaminé, sofre sempre uma diminuição de temperatura, que dará lugar a um aumento de densidade, diminuição de volume e de velocidade, em igualdade de condições, e maior condensação de vapores, que precisam ser removidos para evitar corrosão. Para evitar esta diminuição de exaustão, poderemos aumentar a velocidade, por meio de um bico de Bunsen, de um ventilador ou de um exaustor.

O bico de Bunsen colocado na parte inferior do tubo vertical dará lugar a uma corrente de ar de grande volume, mais ou menos sete mil litros por minuto, na parte superior, facilitando uma maior aspiração. No tipo individual (M-3 — 1 e 2), 5.700 a 8.500 litros por minuto constitui uma boa tiragem. A regulagem deverá ser feita de maneira a evitar, em qualquer sistema de aspiração, a entrada de gases de *diferentes densidades*, por prejudicar a exaustão. No tipo de capela fechada, deverá sempre existir um espaço compreendido entre a base e a janela para dar entrada a um volume de ar, que facilitará a completa exaustão.

A tiragem natural, no caso presente, só tem vantagens econômicas nos casos especiais a ela aplicáveis, mas, quando se trabalha com substâncias produtoras de vapores inflamáveis e explosivos, não é aconselhável, assim como a baixa velocidade. Para evitar este mal é sugerido aumentar a exaustão natural, introduzindo ar no tubo vertical, diretamente ou através de uma abertura feita na parte inferior da chaminé. Adotamos este processo na construção da chaminé da capela do laboratório do Instituto de Óleos na Praia Vermelha.

A maior preocupação deve ser evitar o escapamento de vapores no recinto do trabalho e, numa capela onde a tiragem natural não é perfeita, deve-se usar a artificial, produzida por um ventilador ou um exaustor, de alta ou baixa velocidade, conforme o fim em vista. Esta classificação é conseqüente do número de metros cúbicos



bicos de ar, que o exaustor joga no tubo vertical, por minuto, cuja eficiência depende da pressão exercida sobre as paletas (densidade do gás e altura do tubo) e velocidade.

*Alta velocidade* — Seu emprêgo é sempre mais dispendioso, exige melhor instalação até contra a zoada que faz o motor; entretanto, é *aconselhável* quando a concentração de vapores venenosos, corrosivos, etc., é grande. O material de construção dos tubos e dimensões varia com a natureza e aplicação do sistema empregado.

A *baixa velocidade* é aconselhada onde a concentração de vapores nocivos é menor; entretanto, é *desaconselhável* quando existe um número grande de tubos condutores ligados à chaminé. O material usado na construção da tubulação é o cimento-amianto, cerâmica-vidrada, etc., de uso comum nos laboratórios.

Um ponto muito discutido é o emprêgo individual do exaustor em cada capela. Vários técnicos admitem até quatro capelas, para um exaustor, como medida econômica. Estamos no grupo dos adeptos do sistema de cada capela ter o seu exaustor e chaminé. Inicialmente, é mais dispendioso, mas o gasto de energia é muito menor e o contrôle muito melhor, principalmente no nosso meio. A seleção do tipo do exaustor está em relação à natureza do trabalho e não há dúvida que a ventilação é melhor feita, mesmo quando parado, numa capela com a chaminé individual, do que naquela em que se encontra ligada a várias outras numa chaminé. A concentração de vapores é menor do que neste caso e para evitar a sua ação corrosiva é que existe um pequeno tubo (goteira) ligado ao tubo de aspiração, para facilitar o escoamento do líquido formado nas paredes do tubo.

Em resumo, poder-se-á dizer: onde houver desprendimento de poeiras, vapores e gases é necessário uma capela. Numa câmara escura ou num laboratório de espectroscopia, cujos trabalhos analíticos com o espectro de chama, arco e centelha (espectro de emissão) produzem substâncias prejudiciais à saúde, é indispensável, assim como caixas ou armários de proteção de aparelhos, devendo o seu tipo facilitar o seu funcionamento (M-3 — 15-16), sem que saia da sua posição.

As figuras 2, 3, 8 e 9 do desenho M 3 foram copiadas do Relatório do "Committee" (1); as de ns. 5, 6, 11 a 13 do catálogo Kewaunee (2); a

de n.º 1 do catálogo "Alloy Laboratory Equipment Company; as de ns. 7 e 10 do catálogo Laboratory Furniture Co. e a de n.º 14 dá as especificações da capela especificada para o Instituto Nacional de Óleos.

\*  
\* \*

*Solicitamos ao leitor a gentileza de nos enviar as suas sugestões a respeito dos assuntos que julgar deverem ser estudados com maiores detalhes, assim como, a crítica que julgar dever fazer, para a Divisão do Material do D.A.S.P.*

Com os elementos anteriormente estudados, o técnico menos experimentado nos problemas referentes à construção de laboratórios poderá, talvez, achá-los úteis. Temos o prazer de informar que algumas das idéias por nós defendidas e aplicadas já serviram para trabalhos de outros técnicos.

Agradecemos aos Diretores da Divisão de Material e da de Edifícios Públicos, bem como aos demais colegas que nelas trabalham, as valiosas críticas feitas e sugestões dadas ao presente trabalho.

Sugerimos consultar as seguintes publicações:

- 1 — *A Report of the National Research Council Committee on the Construction and Equipment of Chemical Laboratories*, The Chemical Foundation, Incorporated, 1930.
- 2 — ALAN E. MUMBY — *Laboratoires, Their Planning and Fittings*, G. Bell and Sons, Ltd., 1921.
- 3 — ERNEST NEUFERT — *Arte de Projetar en Architecture*, Editorial Gustavo Gili, S.A., 1942.
- 4 — W. H. HAMOR — *Description of the Building of the Mellon Institute*, "Journal of Industrial and Engineering Chemistry", A. C. S., 1915.
- 5 — JOAQUIM BERTINO DE MORAES CARVALHO — *A Indústria de Óleos Vegetais no Brasil e seus Problemas* — Questões Técnico-Industriais e de Ensino, 1934.
- 6 — Idem, idem — *Os Óleos Vegetais na Economia Mundial*, 1939 e *Revista do Serviço Público*, Dezembro de 1943.
- 7 — Idem, idem — *O Brasil e os Óleos Vegetais* — Relatório da Comissão Americana de Técnicos em Óleos Vegetais, 1942.
- 8 — *Analytical Edition* — "Industrial and Engineering Chemistry", A. C. S., 1938-1944.
- 9 — A. Gallenkamp & Co. Ltd., London.
- 10 — The Alloy Laboratory Equipment Company, Inc., New York, E.U.A.
- 11 — Kewaunee Mfg. Co., Adrian Mich.
- 12 — Laboratory Construction Co., Kansas City, Mo., E.U.A.
- 13 — Laboratory Furniture Co., Inc., Long Island City, N.Y. E.U.A.
- 14 — E. H. Sheldon & Company, Muskegon, Mich., E.U.A.
- 15 — Van Dorn Iron Works Co., Laboratory Furniture Dept., New York, N.Y., E.U.A.
- 16 — Reade Scientific Corporation, Bronx, New York, E.U.A.
- 17 — Architectural Record, December, 1931.