

# *Do material elétrico para instalação de laboratórios*

JOAQUIM BERTINO DE MORAES CARVALHO  
*Professor Catedrático do Instituto Nacional  
de Óleos, servindo na D.M. do D.A.S.P.*

O PROBLEMA do equipamento elétrico não tem sido encarado como deve ser, na construção de edifícios para escolas, institutos, laboratórios, etc., apesar da sua importância indiscutível para o êxito dos próprios trabalhos das instituições.

Nos *Apontamentos para a padronização de material para laboratório* (1), foram dadas normas para o planejamento e o esboço do ante-projeto de construção de edifícios para laboratórios, seleção de mesas e capelas. Acreditamos que tais normas satisfarão aos iniciantes nestes estudos.

Elaborando o ante-projeto, no qual se encontrem distribuídas as unidades funcionais e acessórias, o técnico deverá analisar cada unidade, registrando o material que nela deverá existir e que poderá, de futuro, existir, para satisfazer o mínimo das suas necessidades. Não é operação difícil, quando os planos e programas são conseqüentes de pesquisas anteriores, objetivadas para um fim técnico definido.

No presente trabalho chamaremos atenção para os pontos mais comuns e pedimos que cada um procure lembrar-se de qualquer fato útil, observado numa visita feita a escolas, laboratórios, etc., para orientar o seu trabalho.

*Fornecimento de energia elétrica* — Nas capitais e nas cidades de maior desenvolvimento econômico, o problema do fornecimento de energia não é dos mais difíceis. Em alguns casos, depende de mais de uma companhia, e isto dificulta, muitas vezes, uma resolução técnica econômica de interesse para o proprietário. No Distrito Federal, a energia-luz e a energia-fôrça não são fornecidas por uma mesma companhia; antes de qualquer resolução definitiva, o problema de-

verá ser estudado com as companhias interessadas.

No interior do país, casos existem em que o interessado terá que possuir a sua usina geradora e distribuidora de energia. Evidentemente, a instalação dessa usina só se fará depois de estudos previamente realizados, a fim de satisfazer as necessidades mínimas e poder proporcionar um desenvolvimento favorável dos laboratórios.

No presente estudo, trataremos do fornecimento de energia elétrica, por uma companhia já existente.

*1.º caso — Corrente alternada — Equipamento para alta tensão.* — Somos, pessoalmente, adeptos da instalação de sub-estações elétricas nas escolas, institutos e outros estabelecimentos, nos quais o consumo de energia seja superior a setenta mil watts, ou em que a distribuição de energia seja melhor garantida ou efetuada, através de uma estação transformadora-distribuidora própria.

Uma vez reconhecida a necessidade de uma sub-estação elétrica, o seu custo inicial não deve constituir motivo para excluí-la do projeto. A sua capacidade não deve ficar concentrada num único transformador. E' preferível ter dois transformadores de 50 KVA a ter um de 100 KVA, uma vez que poderão trabalhar em paralelo, em plena carga, e ser desligados, quando conveniente. O antigo Instituto de Óleos, na Praia Vermelha, tinha a sua sub-estação elétrica equipada de ótimo material; apesar de não haver sido fácil obter a sua instalação, a sua eficiência entretanto, fez convencer do acerto da medida.

A sub-estação elétrica deverá ser equipada e instalada, de maneira que um aumento da sua capacidade não exija modificações internas na

(1) Ver *Revista do Serviço Público*, número de julho de 1944, págs. 54-80.

unidade. A causa da maioria destas alterações reside na falta de previsão de espaço para um ou mais transformadores e para quadros de distribuição.

Como unidade acessória, a sub-estação elétrica é uma das mais importantes e exige uma planificação cuidadosa das suas necessidades, para uma boa distribuição de energia. A sua instalação deverá ser também feita por um técnico competente.

2.º caso — *Equipamento para baixa tensão.* — A energia é recebida da companhia fornecedora, já transformada, para atender às necessidades da instituição.

Quer neste caso, quer no anterior, a distribuição de energia por circuitos, distribuídos em quadros, não dispensa um estudo preliminar, cuidadosamente feito, da carga máxima para cada circuito.

No primeiro caso, temos *transformação e distribuição*, e no segundo só a *distribuição*, que poderá ser estudada sobre várias modalidades, dependendo das exigências dos trabalhos específicos das unidades funcionais.

*Corrente contínua* — O emprêgo da corrente contínua não é tão geral quanto o da alternada, nos laboratórios e em certas indústrias, etc. Poderá ser obtida por meio de geradores, retificadores ou mutadores e baterias. Não sendo de emprêgo geral, o técnico deverá estudar, com muito cuidado, a localização de sua estação geradora, para evitar gasto excessivo de material e perda de corrente.

Quando se tratar de *baterias* ou de *acumuladores*, a sua localização deverá ser feita num lugar seco e onde haja boa ventilação, principalmente durante o tempo de carga. Deverão ser colocadas sobre estrados de madeira e protegidas por fusíveis ou interruptores automáticos, para evitar a inversão da corrente entre a bateria e o gerador, o que daria lugar à descarga da bateria. Quando se tratar de um número reduzido de elementos, poder-se-á empregar mutadores ou retificadores, para carregar.

Os acumuladores comuns de chumbo poderão ser substituídos pelos alcalinos de ferro e níquel de Jungner e Edison, quando com êles se trabalha, diretamente, no laboratório, por não emitirem exalações ácidas. Usamos êste tipo de acumuladores no laboratório de físico-química, mas

casos existem em que os de placa de chumbo se tornam mais úteis, apesar de exigirem maior cuidado.

Ainda se poderá usar as pilhas secas, cuja duração depende da carga a que estão sujeitas e do tempo de sua fabricação.

O fornecimento de corrente contínua aos laboratórios, como está visto, depende também do tipo das suas necessidades, isto é, se as ondulações da corrente retificada não influem no trabalho. Neste caso, os retificadores de vapor de mercúrio, de tubos termiônicos, de óxido de cobre, e outros sistemas, substituem vantajosamente os acumuladores que trabalham diretamente, alimentados pelo circuito de corrente alternada. Poder-se-á também usar filtros, que darão lugar à substituição completa das baterias. O seu uso tem sido sacrificado pelo seu custo elevado.

*Distribuição de energia* — Corrente alternada. A distribuição dependerá do sistema escolhido; êste não pode e nem deve ser empregado sem um estudo prévio das necessidades de cada unidade ou conjunto funcional, quer se trate de laboratórios de ensino, quer de laboratórios de pesquisas científicas ou industriais.

Na distribuição de energia preferimos a corrente trifásica com o neutro, ou seja o sistema de quatro fios, no qual os fios marcados de vermelho, amarelo e preto indicam as fases, e o branco o neutro.

A sua divisão por circuito poderá operar-se de várias maneiras; entretanto, sugerimos estudar estas duas hipóteses: 1.<sup>a</sup>) distribuição da sub-estação para cada quadro de distribuição por andar e dêste para as unidades; e 2.<sup>a</sup>) cada quadro por andar, alimentado pela sub-estação, distribuirá a cada laboratório, sempre no sistema de quatro fios, a capacidade mínima que deve ter cada circuito.

Somos adeptos do sistema de quatro fios (3 fases e neutro) e da distribuição independente para cada laboratório. Esta orientação vem sendo por nós seguida, desde 1929, quando projetamos o primeiro Instituto de Óleos.

Do pequeno quadro existente em cada laboratório far-se-á a distribuição de energia, nas mesmas condições anteriores, pelas mesas, capelas, etc., e trabalhar-se-á com um fator de segurança

bem maior, principalmente tratando-se de um laboratório de pesquisas que ficará completamente independente do seu vizinho.

*Capacidade de cada circuito do laboratório.* — Tratando-se de laboratório de pesquisas, devemos considerar os laboratórios de pesquisas gerais, os específicos e os semi-industriais, assim como a maior ou menor necessidade do emprêgo de aparelhagem elétrica, dada a dificuldade de uma maior produção ou falta de gás.

Considerando que as estufas, placas de aquecimento, etc., devem ser colocadas, sempre que possível, no circuito de força, sugerimos, tendo em vista as necessidades usuais dos laboratórios de pesquisas físicas e químicas, que cada laboratório ou unidade funcional de 24 ou 36 metros quadrados, tenha dois circuitos:

- 1.º — Circuito — 110 V — 15 amp. ou  
Circuito — 110 V — 25 amp.
- 2.º — Circuito — 220 V — 30 amp. ou  
Circuito — 220 V — 50 amp.

Os laboratórios semi-industriais, com ou sem instalações "Pilot", exigem, em vários casos, maior capacidade, de maneira que a distribuição poderá ser feita em vários circuitos, o que é até mais aconselhável em certos casos.

Nos laboratórios de ensino as exigências são menores; entretanto, dependem também da orientação dada ao curso e do maior ou menor emprêgo de energia elétrica. Nos lugares onde há falta de gás ou dificuldade para seu fornecimento constante, o emprêgo da eletricidade terá que ser muito maior e, logicamente, maior deverá ser a distribuição de energia por laboratório.

O emprêgo da eletricidade nos laboratórios ainda está restringido no nosso meio, devido ao alto custo do material elétrico e da energia, tendo como base o valor da moeda e o custo do gás.

O progresso observado no campo da eletricidade, durante os presentes dias, tem sido tão extraordinário que, em futuro mais próximo, teremos material muito mais econômico e uma aparelhagem para contrôle de temperatura mais simples e barata, permitindo um maior aproveitamento de energia elétrica.

Tendo em vista o já estudado, não se deve admitir, na instalação de uma escola, de um instituto ou laboratório, a instalação embutida da

rêde distribuidora dos circuitos e muito menos nas mesas dos laboratórios, etc.

Nos Estados Unidos, estão usando em grande escala "falsos tetos" (lages duplas) nos corretores, para distribuição da tubulação de água, gás, ar, vácuo, tubos rígidos, condutores de energia elétrica, etc. As instituições mais ricas, como observamos, usam uma lage dupla, em toda área. No nosso país, já se adota aquela primeira hipótese.

Ao planejar um instituto ou escola, não se poderá deixar de prever êste e outros casos, que influirão no projeto e no seu custo.

*Aparelhagem mais usual* — Para se ter uma idéia do material elétrico que pode existir num simples laboratório, citamos, apenas, o mais comum: banho-maria, consumindo de 800 a 4.800 watts; estufas, de 600 a 6.000 watts; placas elétricas, de 330 a 3.600 watts; aquecedor para Kjeldahl, cada um 550 watts; forno elétrico, de 370 a 1.500 watts; alambique, de 2.500 a 7.500 watts e vários outros equipamentos como sejam aspiradores de pó, bombas para laboratório e para elevação d'água, caldeira, centrifugadores, compressor de ar, exaustores, refrigeradores, secadores, ventiladores, chuveiros, fogões, etc. E' evidente que a distribuição e o funcionamento do equipamento não se operam de uma só vez; entretanto, não é difícil haver momentos em que o laboratório esteja trabalhando com o seu máximo de carga e tenha necessidade de usar um secador portátil, etc.

Escolhido ou especificado o material que deve existir em cada laboratório, é necessário apenas somar o consumo em watts e dividir o total pela voltagem, para se obter a amperagem. Ex: banho-Maria, 1.100 watts; estufas, 3.600 w.; placas elétricas, 2.450 w.; Kjeldahl com três unidades de 550 w, 1.650 w; e um forno elétrico para cadinho, 1.200 w.; total: 10.000 watts ÷ 220 v = 45,4 amp. Deverá ser notado que a distribuição da carga neste equipamento é em circuito trifásico ou difásico. Em geral, quando se trata de aquecimento, usa-se o difásico 220 v. Para facilitar e se ter uma idéia de ordens de grandeza, lembramos as seguintes formulas: Amperes = watts ÷ volts; Watts — volts x amperes, e Volts = watts ÷ amperes.

Para evitar certos enganos e poder auxiliar o projeto, é vantajoso, para aquêle que tiver de

fornecer os elementos necessários para o planejamento e projeto da parte elétrica, conhecer o material que vai usar ou necessário ao seu programa de trabalho, estudando ou consultando os catálogos dos fabricantes de maior autoridade e alguns livros que facilitem a sua melhor compreensão do problema. Não cabe ao engenheiro electricista ou a outro profissional conhecer as necessidades de uma instituição ou seja mesmo de uma simples unidade funcional. Poderá auxiliar, orientar e mesmo ensinar a preferir o material, mas precisará conhecer o material que quer preferir e os fins que se têm em vista. Do contrário, é impossível evitar erros, gastos excessivos e inúteis.

Dentro dos nossos planos de trabalho, havíamos iniciado a reunião de uma série de dados úteis, inclusive sugestões, tabelas, etc., para facilitar aos alunos do Instituto de Óleos, mas, devido a uma dificuldade imprevista, este trabalho não pôde ser continuado.

*Iluminação* — Deverá estar de acôrdo com a natureza do trabalho. A mais usada é a luz direta; entretanto, a iluminação indireta está tomando grande vulto. Vários sistemas estão sendo empregados e os especialistas deverão ser também ouvidos neste caso, notando-se sempre que um laboratório é um lugar impróprio para demonstração de luxo ou gasto inútil, que deve ter conforto e segurança, baseado numa iluminação adequada a cada tipo de trabalho.

*Ar condicionado* — E' um equipamento indispensável num instituto de pesquisas e a sua instalação deverá ser prevista no projeto de construção de edifício. Poderá deixar de ser obrigatória em várias dependências; entretanto, na do conjunto funcional de análises físicas e físico-químicas é indispensável.

O contrôle da temperatura e da umidade deverá ser feito, de maneira que satisfaça as condições exigidas pelas pesquisas e agentes de trabalho.

Quando fôr instalado numa unidade semi-industrial, é indispensável conhecer as necessidades do produto, uma vez que as condições atmosféricas influem sôbre a sua obtenção. A variação notável é sempre na percentagem relativa de umidade, que deverá ser controlada por instrumentos sensíveis.

E' econômico estudar a localização das unidades ou conjuntos funcionais em relação à ins-

talação de ar condicionado, para evitar um trabalho constante e excessivo do equipamento, e obter melhor contrôle. E' um grave êrro colocar unidades funcionais, que devem ter instalações de ar condicionado, nas partes do edifício sujeitas a maior insolação.

*Ar quente* — Ocasões existem em que é necessária uma temperatura superior à do ambiente na unidade funcional, de maneira que se torna conveniente instalar equipamentos para aquecimento dos laboratórios de análises físicas e físico-químicas, e semi-industriais, que exijam uma temperatura estável e superior àquela que se encontra nas outras dependências. Em alguns casos, é dispensável, devido ao fato de se poder obter a temperatura desejada com uma ligeira irradiação de calor. Um outro equipamento útil, num laboratório industrial, é o "precipitador eletrostático", destinado a retirar do ar mais de 98% de impurezas, inclusive pequenas partículas.

*Instalação de rádio* — Já em 1932, tinha sido previsto no projeto de construção do Instituto de Óleos, nos terrenos da Quinta da Boa Vista, uma instalação de rádio com as seguintes especificações: "uma tomada receptora e emissora no salão de aula; uma tomada receptora na sala de conferências, no refeitório, em cada alojamento dos técnicos, no gabinete do professor e no hall do pavimento térreo".

Em 1938, quando tivemos oportunidade de visitar várias universidades e institutos norte-americanos, observamos, na Universidade de Illinois, que existiam pequenos aparelhos rádio-receptores nos laboratórios dos pesquisadores, que permitiam ouvir programas de cotações dos mercados, músicas, etc. Deverão ser também instaladas nos laboratórios de medidas e análises elétricas, no gabinete do diretor, laboratório, etc., alto-falantes ligados a uma estação central para irradiação de informações, etc.

Logo após-guerra, ter-se-á conhecimento do extraordinário progresso realizado neste setor e as instalações de rádio ou os sistemas de comunicações internas serão bastante simplificados, em consequência das grandes descobertas feitas neste ramo científico.

*Telefones internos e outros equipamentos para intercomunicações* — Somos apologistas dos telefones automáticos, para todo o serviço de inter-

comunicações das escolas, institutos e laboratórios, e instalámo-los no primeiro Instituto de Óleos, em 1929.

Existem vários outros sistemas que ainda estão sendo experimentados nesta Capital, com pouca eficiência. É aconselhável esperar o final da guerra, para os selecionar, de acôrdo com as suas utilidades para cada objetivo.

Quando se puder conhecer o quase inconcebível realizado no campo da eletricidade e no das suas diversas aplicações, neste período de guerra, poder-se-á bem calcular das vantagens do seu maior emprêgo nas instituições de ensino e de pesquisas científicas e tecnológicas.

*Instalações elétricas e substituição das de gás por aquelas* — A execução de instalações elétricas está sujeita a vários códigos de instalações, sendo recomendável que o técnico interessado conheça a "Norma para execução de instalações elétricas" (N.B. — 3, 1941) da Associação Brasileira de Normas Técnicas, e não se esqueça de que os tubos rígidos ou flexíveis devem ser sempre previstos, para uma maior capacidade.

Vários laboratórios, dada a dificuldade atual do aumento da quota de gás e a insuficiência de um produto que poderia ser mais rico em calorias, estão substituindo o emprêgo dos bicos Bunsen pelos aquecedores elétricos.

Condições existem em que esta substituição se torna muito aconselhável e o técnico deve, antes de qualquer preferência, ter em vista os seguintes pontos de valor econômico: o volume de gás necessário em cada laboratório de acôrdo com as observações a realizar e bicos a usar; o valor do gás sob o ponto de vista da sua riqueza em calorias; os bicos que devem ser utilizados, tendo em vista o poder calorífico do gás e a pressão que é fornecida a cada unidade funcional; as horas de maior e menor consumo; a matéria prima preferida para a produção de gás e as facilidades que oferece quanto a sua obtenção, estoque e custo, em relação ao número de metros cúbicos de gás produzido por unidade de matéria prima empregada.

Anteriormente, tratando da aparelhagem elétrica mais usual, sugerimos ter, no circuito de energia-fôrça de cada laboratório de 24 ou 36 metros quadrados, 50 amp.; entretanto, para o cálculo do consumo de gás, além de pedirmos atenção para as considerações anteriores, lembra-

mos que um bico de Bunsen com um tubo de 11 a 13 mm consome, geralmente, de 110 a 150 litros de gás por hora, enquanto um forno a gás poderá consumir de 250 a 1.200 litros ou mais, dependendo do seu fim principal. Cada unidade poderá ter quatro bicos ou sejam dezesseis bicos em cada mesa central, dupla, de 2.40 m.

O professor C. R. Hoover, chefe do Departamento de Química da Universidade Wesleyan, estima em 284-567 litros a quantidade de gás, por hora, necessária para cada trabalhador, excluindo o necessário para aquecimento das caldeiras, banhos-maria, placas de aquecimento, etc. (2)

Após um cuidadoso estudo, tomamos para base de cálculo de consumo de gás de carvão (4.300 calorias a 0°/760 mm, metro cúbico) de um laboratório de química, construído e funcionando de acôrdo com a tabela que organizamos e que consta nos "Apontamentos para a padronização de material para laboratório" (*Revista do Serviço Público*, Ano VII — Vol. III — N.º 1, Julho de 1944), duzentos (200) litros de gás de carvão por metro quadrado de cada laboratório "standard", com um bom fator de segurança. Para simplificar, basta multiplicar a área por 0.2, que dará o número de metros cúbicos de gás necessários a cada unidade, tendo material comum dos laboratórios. As unidades complementares nas quais se encontram as caldeiras, etc., e as instalações semi-industriais não estão incluídas neste cálculo.

Estas ligeiras informações serão completadas, oportunamente, na parte destinada às instalações de gás, ar e vácuo, água, etc., quando também estudaremos a conveniência de não ficarem embutidas.

*Padronização do Material Elétrico* — A Divisão do Material do D.A.S.P. está estudando o assunto com indiscutível interesse, tendo já obtido a cooperação de firmas interessadas no estudo do material de maior aplicação nas instalações comuns de edifícios, laboratórios, etc.

Achamos que o material elétrico para uso específico de laboratório não pode ter ainda restringida a sua aquisição. O técnico deverá ter a mais ampla liberdade de o selecionar; apenas, deverá

(2) *A Report of the National Research Council Committee on the Construction and Equipment of Chemical Laboratories*, 1930, p. 121.

dar o nome do fabricante, número do catálogo e outros informes, para facilitar uma cooperação da seção especializada, no caso de necessidade.

A Seção de Padronização da D.M. do D.A.S.P. adotou uma orientação que não pode deixar de ser de grande alcance prático; a de obter dos professores e demais técnicos responsáveis das instituições de ensino e de pesquisas, em cada setor, uma maior cooperação, conhecimento das suas necessidades e estudo dos meios que possam facilitar a sua ação.

Com a promoção de reuniões técnicas, nas quais fique bem salientado o desejo de cooperação, e jamais da imposição, pela força, da interpretação e da execução das leis, muito o D.A.S.P.

poderá obter das instituições oficiais e particulares.

\*

\* \*

Chamando a atenção do leitor para esta parte de real importância na construção de laboratórios, e para a padronização do material elétrico, insistimos na urgente conveniência de um estudo baseado em normas técnicas, antes da planificação de uma escola, instituto ou laboratório.

Era nosso desejo ilustrar o presente trabalho com exemplos específicos, mas, dada a circunstância de ainda não podermos dispor de todos os elementos que possuímos, deixamos esta parte para outra oportunidade.