

# Problemas de pesquisa na indústria nacional de produtos estruturais de argila

Franklin Jorge Gross

F 647/73

A indústria nacional dos produtos estruturais de argila, compreendendo as indústrias de produção de tijolos massiços comuns, de fachada e furados, telhas, tijoletas, tubos cerâmicos vidrados, assim como condutos cerâmicos em geral, não tem experimentado em grande parte dos estabelecimentos do País a mesma racionalização em seus métodos de produção, aperfeiçoamento de seus produtos e expansão de sua linha de produção como outros setores da indústria cerâmica nacional, colocando-se, assim em visível situação de inferioridade em relação às indústrias de outros produtos estruturais, como por exemplo a indústria dos produtos estruturais derivados do cimento, a qual também em nosso País já está começando a fazer concorrência aos produtos estruturais de argila, mormente nos centros de maior densidade demográfica. Além disso a nossa indústria da construção que, sem dúvida, é das mais progressistas e tecnicamente mais bem desenvolvidas, está reclamando com insistência cada vez mais acentuada, produtos mais consentâneos com a moderna técnica da construção e os modernos conceitos da arquitetura contemporânea, visando, além da natural tendência de racionalizar o mais possível os métodos de construção, a obtenção de acabamentos mais perfeitos, seja em aparência, seja em conforto térmico ou acústico. É bem verdade que já existem algumas indústrias, principalmente em nossos centros industrialmente mais desenvolvidos, cujos métodos de fabricação e cujos produtos nada ficam devendo ao que de melhor existe em Países nos quais a indústria cerâmica já atingiu um elevado grau de desenvolvimento e podemos afirmar, sem receio de errar, que estas indústrias devem o seu progresso e a excelente qualidade de sua linha de produção, sem dúvida, em grande parte, ao brilhante corpo de pesquisadores que constitui parte integrante de suas respectivas organizações. Mas, infelizmente, não é este o quadro geral da indústria nacional de produtos estruturais de argila e nós poderemos encontrar inúmeras instalações espalhadas por todo o País, mesmo em algumas regiões industrialmente mais desenvolvidas e que já dispõem de recursos técnicos apreciáveis, como por exemplo, nos Estados do Rio Grande do

Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro e alguns Estados do Norte e Nordeste, onde as condições de fabricação de produtos estruturais de argila ainda são bastante primitivas, em contraste, muitas vezes, com as belíssimas e modernas obras arquitetônicas encontradas nas capitais e cidades mais importantes dos estados citados.

Aliás ocorre com este setor da indústria cerâmica em nosso País o mesmo fenômeno já experimentado, em suas diferentes fases de evolução, pelas indústrias congêneres da Europa e dos Estados Unidos da América do Norte. Na maioria dos casos trata-se de pequenos estabelecimentos, dispersos por uma área enorme e com um volume de produção individual bastante limitado. Além disso o valor dos produtos é relativamente baixo; no Rio Grande do Sul, por exemplo, o preço do milheiro de tijolos massiços comuns atinge presentemente Cr\$ 1.200,00 e o de telha tipo Marselha Cr\$ 3.000,00. É evidente que nestas condições tais instalações não podem nem sequer pensar em admitir um engenheiro ou químico em sua organização, nem cogitar de equipar mesmo um modesto laboratório, carecendo, dest'arte, de controle analítico e técnico constante das matérias primas e dos produtos acabados, controle este tão comum em instalações industriais de maior porte e fabricantes de produtos de maior valor intrínseco.

Ocorre ainda, que a matéria prima utilizada por esta indústria — a argila — é um material de natureza complexa que oferece ao químico e ao físico um campo de investigação não muito fácil. Todos nós sabemos que apenas em época relativamente recente foi possível estabelecer uma base teórica segura para o estudo das argilas. Há cerca de 3 decênios atrás as argilas ainda eram consideradas materiais amorfos coloidais, isto é, materiais constituídos de partículas finíssimas, destituídas de forma cristalina. Hoje nós sabemos que estas partículas finíssimas são constituídas por cristais minúsculos de alguns poucos minerais, cuja composição e estrutura são conhecidas pelo menos em seus traços mais gerais, graças às poderosas ferramentas de pesquisa desenvolvidas nos últimos trinta anos, como sejam a análise de difração de Raios X, microscopia eletrônica, análise tér-

mica diferencial, análises termo-gravimétricas e outras mais. É, sem dúvida, digna de nota a ingente soma de esforços necessários para chegar a tais conhecimentos tornados possíveis graças ao notável trabalho de equipe dos mais ilustres investigadores no campo da cerâmica e estamos, por outro lado, perfeitamente cientes quanto ainda resta para investigar, pois os trabalhos de pesquisa citados foram realizados com amostras de argila altamente purificadas e em países de formação geológica diferente do nosso, sem considerar que as argilas utilizadas na indústria dos produtos estruturais de argila contém, intimamente associados, inúmeros minerais adicionais com influência marcante sobre as suas propriedades em estado plástico e cozido. Não foi sem razão que ainda recentemente o conhecido ceramista alemão Salmang em sua obra hoje já clássica "A Cerâmica - suas bases físicas e químicas" afirmava "que a pesquisa científica do tijolo ainda se encontra na infância, portanto na razão inversa de sua importância como material de construção".

Torna-se, assim, perfeitamente compreensível que, na falta de uma base segura para uma investigação científica intensa, a importância da matéria prima e da indústria que sobre ele se estrutura tenha criado condições propícias para desenvolvimento de inúmeros trabalhos de firmeza de caráter mais tecnológico. Assim surgiram numerosos trabalhos relacionados com o estudo da plasticidade das argilas, retração, resistência em estado seco e cozido, absorção e porosidade, teor de sais solúveis e estudos relacionados com o temível problema de formação de eflorescências, influência de condições climáticas, etc. O mérito de pioneiro neste gênero de investigações cabe, sem dúvida, ao insigne ceramista alemão Dr. Hermann Seger que já na segunda metade do século passado, entre numerosos outros notáveis trabalhos de investigação procurou explicar, p. ex., com base em reações químicas, o desenvolvimento de certas côres em produtos argilosos pela cozedura em determinadas condições de atmosfera do forno.

O interesse crescente na racionalização dos métodos de produção, na investigação mais profunda e no troca de opiniões em assuntos técnicos e científicos relacionados com a indústria cerâmica conduziu, em fins do século passado e início do presente, à fundação das primeiras associações de cerâmica. Em 1899 foi fundada nos Estados Unidos da América do Norte a American Ceramic Society e, embora o exame de suas primeiras publicações revele um predomínio de trabalhos relacionados com a indústria da louça e refratários, encontramos, não obstante, um regular número de artigos versando sobre a indústria dos

produtos estruturais de argila. Na Europa o mérito da fundação da primeira sociedade de cerâmica coube à Inglaterra com a formação da North Staffordshire Ceramic Society, mais tarde transformada na British Ceramic Society. Cumpre assinalar, no entanto, que a associação cerâmica britânica somente cogitou da criação de uma seção especializada de materiais de construção em 1928. A associação cerâmica alemã foi fundada em 1920, mas este país já contava desde 1867 com uma excelente publicação técnica, veículo de notáveis trabalhos técnicos e científicos, a afamada Tonindustriezeitung (Jornal da indústria da argila) cuja fundação se deve ao emérito pioneiro da pesquisa cerâmica Prof. Dr. Hermann Seger, e cujo atual Editor Prof. Dr. Hans Lehmann, por feliz coincidência e grande honra de nossa Associação se encontra entre os presentes. Esta publicação não se limitava apenas à divulgação de trabalhos no campo da cerâmica, mas também encerrava artigos técnicos relacionados com a indústria dos aglomerantes como sejam cal, cimento e gesso. Não tardaram a surgir, igualmente, as associações de cerâmica de outros grandes países europeus, como da França, Itália, etc. e estimulados pelo sucesso alcançado por estas associações científicas e com o intuito de dar mais ênfase aos assuntos atinentes à sua especialidade, surgiram em muitos países, posteriormente, as diferentes associações especializadas de produtos estruturais de argila, de tijolos, de manilhas, etc., como temos exemplos nos Estados Unidos da América do Norte, Inglaterra, França e outros.

Em nosso País o ciclo evolutivo da pesquisa cerâmica é em traços gerais semelhante ao que se processou nos países acima citados.

Existem no país alguns centros de pesquisa pura e tecnológica, além de alguns laboratórios de organizações particulares, com equipamento técnico especializado que, desde alguns anos vem realizando pesquisas no setor de cerâmica em geral. Assim já há cerca de vinte anos passados, em 1937, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo enviava um de seus técnicos à Europa prestar assistência técnica à indústria cerâmica paulista. Pouco tempo depois o Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro, instalava a sua Seção de Cerâmica, a qual vem prestando revelantes serviços à indústria nacional. O Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, desde a sua fundação em 1943, cogitou da instalação de uma seção de cerâmica, a qual vem assistindo à indústria regional desde aquela data, mas somente em 1949 foi possível enviar um de seus técnicos aos Estados Unidos da América do Norte para realização de um estágio de especialização

nas instituições especializadas daquele País. Algumas grandes indústrias cerâmicas nacionais já possuem igualmente hoje bem montados laboratórios especializados e um brilhante corpo de pesquisadores que estão realizando excelentes trabalhos de investigação em seu campo especializado. E felizmente também já contamos em nosso meio com o funcionamento de nossa Associação Brasileira de Cerâmica que tão brilhantemente iniciou a sua existência há apenas 3 anos passados, atendendo aos reclamados de todos aqueles que se interessam pela ciência dos silicatos e que hoje se pode orgulhar de já iniciar o seu 3.º Congresso Nacional sob a profícua gestão deste grande nome da Cerâmica Nacional que é sem dúvida o Prof. Francisco Sales Vicente de Azevedo, um dos pioneiros da técnica cerâmica no Brasil, dando, assim, provas sobejas de sua pujança em tão curto espaço de vida. Com a fundação da Associação Brasileira de Cerâmica foi posta à disposição da indústria dos especialistas e interessados em geral uma revista técnica que, sem favor algum e de acordo com opiniões abalizadas de nosso mundo técnico e científico se equipara às melhores publicações técnicas editadas em nosso País. Todos nós conhecemos o grande papel desempenhado pelas associações de cerâmica nos Estados Unidos da América do Norte e nos países europeus em prol do desenvolvimento da técnica cerâmica naqueles países e somos, assim, de opinião que devemos aproveitar bem a lição que nos é dada pelas associações congêneres de outros países e atribuir desde já à nossa Associação, a coordenação geral da pesquisa cerâmica em todo o país, permitindo, assim, melhor rendimento das esforços dispendidos pelos diferentes órgãos pesquisadores do país e evitando duplicidade de trabalhos. Dada a grande extensão do território nacional, somos de opinião que a Associação Brasileira de Cerâmica deveria batalhar pela instalação de centros de pesquisas cerâmicas regionais, de preferência ligados aos Institutos de Tecnologia e Universidades dos respectivos Estados apelando, neste sentido, para os órgãos competentes oficiais. Acreditamos que poderíamos tem em funcionamento, em futuro não muito remoto, além dos laboratórios de cerâmica já existentes no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Instituto Nacional de Tecnologia do Distrito Federal e Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, centros de pesquisas cerâmicas em Curitiba, prestando assim assistência técnica à florescente indústria do estado de Paraná, em Belo Horizonte atendendo ao parque industrial em franca evolução de Minas Gerais, e, possivelmente, em Recife cuja campo de ação, de início, além das indústrias de Pernambuco, poderia abran-

ger todo o nordeste do País. A concretização de tal plano não deve ser considerada de modo algum utópica e a sua realização é perfeitamente viável, desde que se promova a necessária conjugação de esforços dos órgãos oficiais federais, estaduais e firmas particulares para realização do objetivo visado, conforme podemos provar com o exemplo do Rio Grande do Sul. Naquele Estado existia nos meios técnicos e industriais o máximo interesse em criar um órgão de pesquisas tecnológicas capaz de atender às necessidades da indústria regional e ao mesmo tempo dotar a Universidade de laboratórios nos quais pudesse ser ministrado o ensino prático das diferentes cadeiras de aplicação, principalmente nos diversos ramos da engenharia. Foi, assim, criado o Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, uma autarquia estadual com mandato universitário da Universidade Federal, e constituído inicialmente pela reunião dos laboratórios de ensaios de materiais e de química da Escola de Engenharia e do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. O Instituto realiza pesquisas tecnológicas para a indústria e os alunos da Universidade aproveitam os seus laboratórios para o ensino prático, evitando-se, com esta solução duplicidade de instalações e mesmo de técnicos, pois em grande parte dos casos os técnicos do Instituto exercem também funções docentes na Universidade e proporcionando ainda aos estudantes a oportunidade de tomar contacto com os problemas mais atuais das diferentes indústrias locais. Graças a esta conjugação de esforços de ambas as instituições e ainda ao valioso auxílio recebido por parte do colendo Conselho Nacional de Pesquisas, tornou-se possível aparelhar gradativamente o Setor de Cerâmica do Instituto Tecnológico que hoje conta, além da aparelhagem comum para ensaio de produtos cerâmicos em geral, com um moderno equipamento de difração de Raio X, aparelhagem de análise térmica diferencial, uma secção de Geologia Aplicada, de valioso auxílio no estudo das matérias primas cerâmicas locais, diversos equipamentos para moldagem, estufas de secagem, vários fornos, etc. O mesmo poderá ser conseguido em outros centros do país, desde que haja a necessária coordenação e conjugação de esforços de todos os meios interessados, com reais benefícios para a pesquisa e para o ensino. Dizíamos, há pouco, que, em virtude da natureza da matéria prima que utiliza e dos produtos que fabrica e devido à sua organização peculiar, a maioria dos estabelecimentos da indústria de produtos estruturais de argila não está em condições de cogitar da instalação de laboratórios próprios para re-

solver seus problemas técnicos, mesmo os mais essenciais e indispensáveis para permitir uma racionalização de seus métodos de produção, aperfeiçoamento dos produtos fabricados e expansão de sua atual linha de fabricação. Somos de opinião que devemos procurar a solução para estes problemas no exemplo que nos é dado pelos demais países industriais que já passaram por esta fase de evolução. Acreditamos que, dada a grande extensão de nosso território e, atendendo, mesmo, à diversidade de fatores geológicos e econômicos existentes nos diferentes pontos de nossos país, os problemas de pesquisa desta indústria, assim como de outros setores da indústria cerâmica em geral poderão ser resolvidos regionalmente pelos centros de pesquisas cerâmicas regionais aos quais nos referimos há pouco. Tendo à sua disposição um centro de pesquisas cerâmicas regional, mantido pelos órgãos públicos estadual ou federal, as indústrias interessadas poderão organizar um programa de pesquisas em cooperação, por elas custeado em conjunto para estudo de seus problemas fundamentais. Mesmo organizações maiores, com corpo de pesquisa e laboratórios próprios, que participem deste programa de pesquisa em cooperação, pondo a sua experiência à disposição da instituição de pesquisa, não ficarão prejudicadas, mas colherão, por sua vez, resultados positivos. A opinião de manter em segredo invenções e aperfeiçoamentos técnicos deve ser considerada superada no estado atual da técnica. São inúmeros os exemplos em países industriais estrangeiros que demonstram que o trabalho de pesquisa em cooperação de um determinado grupo industrial produziu, em espaço de tempo relativamente curto, pelo desenvolvimento de novas técnicas e de novos produtos, um progresso realmente notável e imprevisto a todos os participantes deste programa. Somos de opinião que as indústrias interessadas devem arcar total ou parcialmente com as despesas de tais investigações, mormente quando se trata de problemas específicos de produção, porquanto aos órgãos públicos já cabe todo o onus de manter os laboratórios em funcionamento, além da pesquisa pura e problemas mais gerais, como por exemplo, o estudo das matérias primas de uma determinada região para a indústria cerâmica em geral. Nos Estados Unidos da América do Norte, por exemplo, o Instituto dos Produtos Estruturais de Argila (Structural Clay Products Institute), que apenas congrega os fabricantes de tijolos e telhas, recentemente elaborou um plano quinquenal de pesquisas, custeado no valor total de 1.250.000 dólares. Os fabricantes de tubos cerâmicos vidrados no mesmo país, congregados na National Asso-

ciation of Clay Pipe Manufacturers, mantém, por sua vez, desde 1943 um programa de pesquisas em cooperação, inicialmente na Engineering Experimental Station da Ohio State University, famosa por seus cursos especializados e pesquisas no setor da cerâmica, e recentemente também no Battelle Memorial Institute em Columbus, Ohio, notável organização privada de pesquisa tecnológica, de conceito internacional. Na Europa podemos encontrar exemplos semelhantes de realização de programas de pesquisas em cooperação, como por exemplo na Inglaterra, onde a associação especializada em produtos estruturais mantém um programa de pesquisas no valor de 30.000 libras por ano, havendo até um país como a França, onde é cobrada uma taxa de 1/2 a 1% sobre as vendas das empresas associadas para custear o programa de pesquisas elaborado.

Muitos dirão que ainda é cedo para cogitarmos, em nosso meio desde já, destes aspectos. Tomamos a liberdade de discordar deste ponto-de-vista, porquanto a evolução de nosso parque industrial está se processando, sob muitos aspectos, em ritmo mais acelerado do que ocorreu em alguns outros países industriais e temos um vasto programa de pesquisas para executar. Além disso, como já tivemos oportunidade de ressaltar no início de nossa palestra, deve a indústria dos produtos estruturais de argila encarar desde já a possibilidade de concorrência por parte da indústria dos produtos estruturais de cimento que já dispõe de produtos resultantes de intensa investigação em países estrangeiros, como por exemplo o Ytong e outros produtos estruturais leves tão avidamente procurados pela moderna indústria da construção e que facilmente poderão ser produzidos e já estão sendo produzidos em nosso meio, ao contrário dos produtos estruturais de argila que requererão uma investigação intensa preliminar, dada a diferença das características das argilas de diferentes regiões geográficas e geológicas.

O programa de pesquisas a ser executado pelos laboratórios de cerâmica citados para a indústria nacional de produtos estruturais de argila evidentemente não poderá ser rígido e terá que atender a aspectos peculiares das indústrias regionais. De modo geral, no entanto, poderia ser estruturado como segue:

- I — Pesquisa científica das matérias primas e seu comportamento durante as diferentes fases da produção.
- II — Aperfeiçoamento técnico dos métodos e instalações de produção.
- III — Desenvolvimento de novos produtos e seu aproveitamento em técnicas de construção racionais.

## 1 -- Pesquisa das matérias primas e seu comportamento durante as diferentes fases da produção

Impõe-se aqui em primeiro lugar um estudo sistemático das argilas disponíveis na área afeta ao respectivo laboratório regional, visando o seu aproveitamento para fabricação de produtos estruturais de argila. O estudo poderia compreender, em princípio as seguintes investigações: análise química, "racional" e mineralogia combinada com difração de Raios X, processos termo-analíticos, como análise térmica-diferencial, termo-gravimétrica e dilatométrica, análise granulométrica, propriedades plásticas, retração de secagem, água de amassamento, resistência em estado cru, propriedades termoquímicas e propriedades após cozedura em várias temperaturas, compreendendo determinação da côr, absorção, porosidade, retração volumétrica e linear, resistência mecânica, porosidade, retração volumétrica e linear, resistência mecânica, temperatura de sinterização, etc. Para realização deste estudo e organização do respectivo cadastro, poderão ser utilizados dados disponíveis não só em laboratórios cerâmicos como também em laboratórios de estudos de solos para fins agrícolas que realizam constantemente ensaios químicos, físicos, granulométricos e mecânicos de solos, assim como também nos laboratórios de mecânica dos solos que estudam os solos em geral e as argilas em particular, visando verificar o seu comportamento sob a pressão de fundações de estruturas de engenharia, o seu aproveitamento em barragens de terra, a sua estabilidade em aterros, etc. Alguns dos métodos analíticos desenvolvidos pela mecânica dos solos tem sido utilizados com sucesso para estudos de argilas para fins cerâmicos, como por exemplo, os limites de plasticidade de Atterberg, a análise granulométrica segundo Casagrande e outros mais.

Além desta investigação fundamental para seleção da matéria prima adequada para fabricação de um determinado produto estrutural, poderíamos sugerir a realização dos seguintes estudos:

1) Comportamento de secagem das diferentes argilas estudadas, visando a seleção de um tipo de equipamento de secagem mais adequado para cada caso. Tal estudo já requer a existência de equipamento de secagem piloto, com controles completos de temperatura e umidade. É um estudo que se impõe mormente no Rio Grande do Sul e acreditamos também em Santa Catarina, porque naqueles Estados os períodos de chuvas coincidem com a estação hibernal, afetando, assim, consideravelmente a secagem natural dos produtos cerâmicos estruturais, adotada

pela quase totalidade das olarias daqueles Estados e, com isso, a produção que é sensivelmente reduzida nos meses de maio a setembro de cada ano. Além disso a natureza peculiar das argilas daquela zona exige um estudo de ciclo de secagem todo especial para obtenção de produtos finais satisfatórios.

2) Estudos relacionados com a modificação do comportamento plástico de determinadas argilas pela adição de eletrólitos.

3) Modificação da côr de cozedura de argilas pela mistura de determinados aditivos.

4) Determinação das características de expansibilidade de argilas.

São estes apenas alguns problemas, entre inúmeros outros, que apontamos para pesquisa, em virtude de nos terem sido apresentados com maior frequência e ênfase em nossa zona de atividade que é a Região sul de nosso País. Outras regiões terão outros problemas com caracter de prioridade sobre os acima apontados.

## II — Aperfeiçoamento técnico de métodos e instalações de produção

É outro campo vasto aberto à pesquisa em nosso país e dificilmente poderíamos abordar todos os problemas passíveis de solução nesta sucinta exposição que nos propuzemos a realizar. Lembraríamos, apenas, por nos terem sido solicitados com maior insistência, os seguintes tópicos:

1) Estudo da possibilidade de generalização do processo de prensagem a seco para produção de tijolos e telhas, contornando, assim, a delicada questão da secagem destes produtos.

2) Estudos relacionados com a elaboração, umedecimento, mistura e homogeneização das pastas cerâmicas, investigando os métodos modernos de elaboração de argilas como deseração, tratamento com água quente ou vapor, adição de eletrólitos que possam substituir vantajosamente os clássicos processos de envelhecimento de argilas e permitam a utilização de matérias primas menos plásticas.

3) Estudo do comportamento das argilas nacionais quando elaboradas em marombas a vácuo, tendo em vista, principalmente, a produção de blocos estruturais perfurados, tubos cerâmicos vidrados, etc.

4) Estudo do aperfeiçoamento de vidrados a base de sal com adição de outras substâncias, como borax, na produção de tubos cerâmicos vidrados.

5) Estudo de racionalização dos fornos utilizados pela grande maioria das olarias do país.

6) Aproveitamento dos gases residuais de combustão.

7) Sistemas de transporte interno, etc. Seriam, estes, pois, apenas alguns exemplos de problemas de estudo deste capítulo geral. Inúmeros outros surgirão natural e rapidamente a medida que os laboratórios regionais de pesquisa estreitarão o seu contacto com as indústrias interessadas.

### III — Desenvolvimento de novos produtos e seu aproveitamento em técnicas de construção racionais

Campo fertilíssimo em problemas de estudo, este capítulo geral nos dá ao mesmo tempo prova cabal das amplas possibilidades de desenvolvimento de novos produtos por parte de indústria de produtos estruturais de argila.

Um dos aspectos que, em nossa opinião, deveria merecer a atenção com certa prioridade, dadas as insistentes solicitações dos arquitetos da nova geração, mórmente na região Sul de nosso País, é a produção de tijolos de fachada ou de acabamento com maior variedade de côres e estruturas superficiais especiais. Para provar esta assertiva basta dizer que em Pôrto Alegre foi e ainda está sendo utilizado um tijolo refratário produzido por uma indústria local como material de acabamento para numerosas residências e mesmo edifícios de grande porte, na falta de maior variedade de material deste gênero à disposição da indústria da construção naquele Estado. É verdade que algumas indústrias de São Paulo já produzem excelentes tijolos de acabamento, mas fatores vários como por exemplo preços elevados de fretes, dificuldades de transporte, etc., parecem aconselhar que tais produtos sejam também produzidos por indústrias localizadas em pontos mais próximos de seu local de consumo. Os tijolos de acabamento, além de permitir maiores possibilidades de decoração de edifícios, poderão também proporcionar eventualmente uma redução do custo da produção, evitando a despesa do rebôco ou da mão de obra especializada geralmente necessária quando se trata de revestimentos com pedras naturais (mármore, granito, grês, etc.) ou produtos cerâmicos vitrificados (pastilhas, ladrilhos, lajotas, etc.), o que não deixa de constituir um fator importante em uma época caracterizada por um encarecimento constante da mão-de-obra.

Entre os principais tipos de tijolos de fachada produzidos em países estrangeiros e de grande aceitação por parte da indústria da construção poderíamos citar, além dos tijolos lisos de estrutura fina, os tijolos de várias côres com estrutura arenosa, escovada,

estriada, penteada ou martelada. Em conexão com estes tijolos também poderiam ser estudados os tijolos vidrados, possibilitando, assim, uma variedade ainda maior de acabamentos.

A mesma tendência em relação ao tijolo também se verifica no que diz respeito às telhas. A telha de barro ainda constitui, em nosso país, o material de cobertura por excelência, ao contrário do que ocorre em outros países; como por exemplo, nos Estados Unidos da América do Norte, onde predomina francamente o uso de outros materiais como por exemplo as telhas de asfalto e de borracha, com múltiplas tonalidades de cor, de amianto-cimento, de argamassa de cimento, etc. Mas também com relação a este material de construção e moderna indústria da construção está exigindo produtos cada vez mais aperfeiçoados, seja em qualidade, seja em aparência. Já podemos encontrar excelentes tipos de telhas produzidos por alguns poucos estabelecimentos nas zonas mais industrializadas de nosso país, mas somos de opinião que muitos outros estabelecimentos poderiam cogitar, desde já, da produção de tipos mais aprimorados de telhas, como por exemplo, de telhas revestidas de vidro transparente ou de várias tonalidades de cor, de telhas de menor peso sem prejuízo de suas características de impermeabilidade, etc.

Um outro aspecto que a nossa indústria de produtos estruturais de argila deveria considerar desde já, apesar dos múltiplos outros problemas de pesquisa a espera de solução, é a tendência da indústria da construção em todos os países do mundo, inclusive no Brasil, de utilizar materiais de construção mais leves nas construções de moradias, visando, por um lado, obter redução de custo da construção e, por outro, proporcionar ao mesmo tempo maior conforto térmico e acústico às modernas habitações. Uma das preocupações máximas da moderna indústria de produtos estruturais de argila constitui assim a produção de peças estruturais leves, sejam elas perfuradas ou porosas, com uma resistência mínima à compressão de 50 kg/cm<sup>2</sup> e impermeabilidade satisfatória para atender às finalidades de seu uso.

Em parte a nossa indústria de tijolos já está atendendo a esta tendência com a produção crescente de tijolos furados. Muito, no entanto, ainda poderemos apreender com a experiência colhida em outros países, onde um exaustivo trabalho de investigação foi realizado e ainda está em andamento com numerosos tipos e desenhos de tijolos furados, investigando as vantagens e inconvenientes dos diversos tipos de desenhos e perfurações, assim como da disposição horizontal ou vertical dos mesmos em relação à sua resis-

tência estrutural, à possibilidade de penetração de umidade ou a suas características de isolamento térmico ou acústico.

Poder-se-ia cogitar igualmente da produção de unidades estruturais maiores de tamanho que o tijolo padronizado comum, com o intuito de reduzir o custo da mão-de-obra de construção, procurando selecionar o tamanho mais adequado. Em aditamento à fabricação de tais peças estruturais é oportuno lembrar o estudo da produção de vigas e lajes premoldadas constituídas destas peças, visando substituir a clássica viga e laje de concreto em muita de suas aplicações atuais.

Neste setor especial de viga e lajes premoldada a indústria de produtos estruturais de argila europeia de após-guerra tem experimentado um desenvolvimento expressivo, oferecendo muitos exemplos dignos de apreciação. Desejamos nos referir ao notável processo de construção recentemente desenvolvido na Suíça e conhecido sob o nome de "Stahlton", cuja tradução literal seria "argila armada". Como é notório este processo consiste na construção pré-fabricada de vigas, painéis ou lajes de peças estruturais de argila armadas e protendidas, não sendo, assim, nada mais do que a aplicação dos resultados da experiência adquirida com concreto protendido a este tipo de material de construção. As peças de argila utilizadas são produzidas geralmente nas dimensões de 6x15 cm e em comprimento até 3 m. Considerando que as peças estruturais de argila cozidas apresentam como uma de suas características mais favoráveis uma elevada resistência à compressão e os ferros da armadura, utilizados na Suíça com um diâmetro usual de 3/16, uma elevada resistência à tração, a combinação destes dois materiais numa viga protendida do tipo descrito representa, sem dúvida, um excelente aproveitamento das propriedades de ambos os materiais. O processo "Stahlton", inicialmente originário da Suíça onde foi aplicado pela primeira vez em 1945, encontra-se hoje difundido em toda a Europa com fábricas na Itália, França, Inglaterra, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Áustria, Espanha, Portugal e Hungria, apresentando uma área construída com este material superior a 2 milhões de m<sup>2</sup>. Trata-se, pois, evidentemente, de um material estrutural de argila de excelentes características físicas e mecânicas e, portanto, a nosso ver, digno de estudo para verificação de sua aplicabilidade em nosso meio.

A produção de peças perfuradas constitui um dos problemas de obtenção de blocos estruturais leves. O outro consiste na produção de peças porosas pela clássica adição de serragem. No entanto, outros materiais também poderão ser tentados como por exemplo, cin-

zas de carvão, xistos betuminosos, cascas de cereais (como por exemplo a do arroz que ainda não encontrou um aproveitamento satisfatório em nosso meio). Desejamos aqui fazer uma especial referência às argilas natural ou artificialmente expansivas, as quais apresentam a tendência de expandir em estado pirolástico, adquirindo uma estrutura esponjosa que ela conserva durante o resfriamento, apresentando uma resistência mecânica satisfatória. Surgiu, assim, a idéia de utilizar este material como agregado leve em concretos e, mais recentemente, como constituinte de blocos estruturais leves. Eles são encontrados nos E. U. A. sob o nome de Solite, Featherlite, Rocklite; na Inglaterra como Expanded Clay, na França como Argile Expandé e na Alemanha como Blähton.

O problema da natureza e origem da expansão das argilas em temperaturas elevadas foi objeto de uma série de trabalhos de investigação realizados principalmente nos Estados Unidos da América do Norte, tendo se destacado nestes trabalhos a brilhante equipe de pesquisadores do Bureau of Mines. De acordo com o estado atual de conhecimentos o fenômeno de expansão parece estar condicionado:

- 1) à presença, na argila, de constituintes minerais capazes de provocar desprendimento de gases a uma temperatura igual ou superior à temperatura de fusão;
- 2) ao desenvolvimento, nesta temperatura, de uma fase de fusão, de viscosidade suficientemente elevada, para impedir o escape dos gases formados.

Vê-se, pois, que a primeira condição está ligada a constituição mineralógica da argila, enquanto que a segunda é principalmente função de sua composição química. Quanto a esta segunda condição já foram estabelecidos diagramas relacionando os teores de sílica, alumina e fundentes como cal, magnesia, óxidos de ferro e alcalinos, os quais delimitam a zona de composição das argilas com características favoráveis de expansão. No entanto esta condição não será suficiente se não estiver satisfeita a primeira, isto é, de a argila conter constituintes minerais suscetíveis de provocar desprendimentos gasosos em temperaturas elevadas. Estes constituintes minerais são constituídos geralmente dos minerais acessórios das argilas como por exemplo as piritas, hematitas, limonitas, dolomitas, gipsitas, etc. Sendo limitado o número de argilas que em estado natural apresentam propriedades de expansão nas condições desejadas e dentro do limite de temperatura apropriado para um tratamento térmico industrial (1000 a 1300°C), foram investigadas uma série de substâncias para provocar artificial-

mente a expansão em % até 5%, entre as quais podemos destacar carbonatos, sulfatos, enxofre, carvão, lixívia sulfútica, óleo combustível, etc. O tratamento térmico necessário para produzir a expansão das argilas, o que é conseguido por aquecimento rápido a temperaturas entre 1000 e 1300°C, é realizada industrialmente em fornos rotativos e fornos de grelha de sinterização movel (sistema Dwight Lloyd), sendo este último modernamente preferido por permitir obter um melhor rendimento térmico.

Os agregados obtidos por este processo apresentam uma densidade aparente de 0,8-0,9 kg/l, uma absorção de 10-12% e permitem obter concretos de boa trabalhabilidade com um peso de apenas 1300-1500 kg/m<sup>3</sup>, comparado com um peso de 2300-2400 kg/m<sup>3</sup> de um concreto normal, traço 1:5. Ainda de acordo com os estudos de traço realizados no National Bureau of Standards em Washington, concretos com traço 1:5, constituídos de agregados leves de argila expandida, permitem obter resistências de 180 kg/cm<sup>2</sup> aos 28 dias de idade. Estes agregados leves tem encontrado bastante aplicação modernamente permitindo, com a redução de peso por eles proporcionado, consideráveis economias nas construções de concreto armado, principalmente no que diz respeito à quantidade de aço usado e proporcionando, além disso, um excelente material isolante. No Relatório de Pesquisa do Bureau of Mines são citadas economias de 30-40% numa estrutura de concreto com um peso total de 30 000 t, proporcionando a utilização de agregados leves, neste caso, uma economia de ferro de construções da ordem de 1200 t. Uma das aplicações recentes noticiada pela literatura técnica é a construção da nova ponte na baía de Chesapeake, perto de Washington, capital dos Estados Unidos, cujo estrado confeccionado com concreto constituído de agregado leve e com uma extensão de cerca de 5 km, permitiu uma economia de 6 milhões de kg de peso morto, tratando-se, não obstante, de um concreto altamente solicitado, destinado a suportar um intenso tráfego rodoviário que demanda a capital do grande país. Uma outra aplicação frequente deste tipo de concreto é realizada no caso de adição de novos pavimentos a estruturas já existentes, nas quais a fundação original não admite o peso adicional de concreto clássico e respectiva armadura.

Grande parte dos agregados leves produzidos se destina modernamente em proporção cada vez mais maior à fabricação de blocos estruturais leves, seja de concreto, seja totalmente fabricados de produtos de argila. O processo de fabricação consiste em traços gerais no seguinte: A argila expandida que

abandona o forno rotatório ou a grelha de sinterização em forma de blocos irregulares, é britada e depois peneirada, sendo comumente classificada em 3 tamanhos. No caso de blocos estruturais leves de cimento, o agregado é misturado com o aglomerante e a quantidade adequada de água e a moldagem executada em moldes vibratórios. A cura é comumente realizada em câmaras de vapor e os blocos alcançaram após 7 dias uma resistência à compressão da ordem de 70 kg/cm<sup>2</sup>. As dimensões comuns dos blocos são de 20 x 20 x 40 cm e seu peso da ordem de 12-13 kg.

Um desenvolvimento recente constitui a confecção de tais blocos estruturais leves totalmente de argila, usando 75 - 85% de argila expandida e 15 - 25% de argila ligante. A moldagem é executada em equipamento semelhante ao utilizado para os blocos de cimento e a secagem do bloco, dada a elevada porosidade de seus constituintes, não oferece dificuldade. O tempo de cozedura também é curto, sendo geralmente realizado na temperatura de 1100-1200°C. A absorção de água destes blocos é de 16-18% e seu peso ainda inferior aos similares de cimento, atingindo 10-11 kg, conservadas as mesmas dimensões. Resistência à compressão é dada como sendo 70 kg/cm<sup>2</sup>. A Divisão de Cerâmica da Armour Research Foundation anunciou recentemente o desenvolvimento de um bloco leve de argila do tipo descrito acima, produzido em várias tonalidades de cores e estruturas superficiais, que pode ser facilmente serrado e até pregado.

O que tem garantido uma grande aceitação destes blocos, ao lado de suas características como peças estruturais leves como sejam baixo peso, formato grande e propriedades de isolamento térmico e acústico, é o fato de serem os mesmos modernamente também dotados, em uma ou duas de suas faces, com um acabamento superficial de cores e texturas variadas. Nos blocos de cimento aplica-se geralmente um acabamento termoplástico e nos blocos totalmente constituídos de material argiloso são usados tipos de vidrados clássicos. Estes blocos constituem, assim, um excelente material estrutural de acabamento, pois a sua utilização em banheiros, cozinhas, restaurantes, bares, hospitais, etc., resulta bastante mais econômica do que levantar as alvenarias de tijolo, revesti-las com reboco e colocar finalmente os azulejos, ladrilhos, etc. Ainda dentro da tendência de procura cada vez maior de peças estruturais leves é considerando o fato de nem sempre estarem disponíveis argilas com características de expansão, procurou-se principalmente, na Europa, outros meios de obtenção de agregados leves. Assim foi desenvolvido recentemente na Áus-



ria um processo, hoje tecnicamente conhecido por processo Globulin, pelo qual é possível obter um produto cerâmico artificial leve, destinada tanto para concreto como para produção de blocos estruturais leves. Este processo apresenta a vantagem sobre o processo das argilas expansivas que ele não está sujeito à existência de tipos especiais de argilas como os que tivemos a oportunidade de descrever, podendo utilizar qualquer matéria prima adequada para a produção de tijolos furados. O processo consiste, em princípio, no seguinte: A argila é previamente moída e umedeçada, passando então para um malaxador e máquina de extrusão visando a obtenção de estreitos tubinhos. Numa operação seguinte os tubinhos são cortados em equipamento especial e premoldados em forma de pequenas esferas. O formato esférico final é conseguido num tambor rotativo, ao qual se segue um secador de tambor e finalmente a cozedura em forno rotativo, grelha movel de sinterização etc., a 1000-1100°C, conforme a natureza da argila utilizada no caso. Obtem-se como produto final agregados com um diâmetro de 1-3 mm. A densidade aparente deste tipo de agregado leve é de 0,4-0,8 kg/l. De acordo com ensaios realizados nos principais laboratórios de ensaio de materiais da Europa é possível obter com este agregado concretos de boa trabalhabilidade, pesando de 900-1800 kg/m<sup>3</sup> e com características de resistência bastante satisfatórias.

Com referência a estes tipos de materiais seria interessante que se investigasse inicialmente as argilas das diferentes regiões de nosso país quanto ao seu caráter de expansibilidade em estado natural ou com auxílio dos diversos aditivos indicados para este fim e se estudasse a viabilidade econômica da produção de agregados leves tanto do tipo de argila expandida como de outros em nosso meio, visando o seu aproveitamento seja para concreto, seja para produção de blocos estruturais leves.

São estes alguns dos aspectos, entre muitos outros, que selecionamos para apresentar neste importante capítulo que diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos e seu

aproveitamento em técnicas de construção racionais. Neste sentido ainda é oportuno lembrar um ponto que não deve ser descuidado pela indústria interessada. Queremos nos referir ao estudo cuidadoso dos métodos e tendências da indústria da construção e arquitetura modernas, para estar sempre perfeitamente inteirado das melhores possibilidades de utilização dos produtos de sua fabricação. Quando se propugna pelo aperfeiçoamento dos métodos de fabricação de produtos estruturais de argila é obviamente evidente que a referida indústria esteja perfeitamente familiarizada com os métodos de construção atuais, colaborando, por sua vez, para o aperfeiçoamento de algumas técnicas deficientes. E, por outro lado, se os produtos estruturais deverão ser utilizados nos edifícios de amanhã, é evidente que a indústria que os produz deva estar sempre bem inteirada das tendências da arquitetura moderna.

Procuramos focalizar neste rápido esboço que acabamos de apresentar, alguns problemas de pesquisa que dizem respeito à indústria nacional de produtos estruturais de argila, encarecendo a necessidade que tem esta indústria, em grande parte dos estabelecimentos existentes nas diversas regiões do país e ressaltadas as exceções que já apontamos no decurso de nossa exposição de racionalizar os seus métodos de fabricação, aprimorar a qualidade de seus artigos e, sempre que possível, expandir a sua linha de produção para melhor poder enfrentar o constante encarecimento da mão-de-obra e a ameaça de concorrência por parte dos produtos estruturais não-argilosos, apontando, ao mesmo tempo, o caminho que, em nossa opinião, permite chegar à solução dos problemas em foco. Moveu-nos, neste sentido, apenas o intuito de trazer a nossa modesta colaboração a um dos objetivos sem dúvida primordiais da Associação Brasileira de Cerâmica qual seja o de contribuir por todos os meios ao seu alcance para a formação de uma mentalidade técnica forte e sadia no seio da totalidade de nossa indústria cerâmica, indispensável para que a produção nacional atinja nível capaz de proporcionar a cada brasileiro situação econômica, social e política em harmonia com o grandioso destino que todos nós almejamos para a nossa Pátria.

## ENGENHEIRO QUÍMICO - OFERECE-SE

Formado pela Escola Politécnica, com 6 anos de especialização em grande indústria cerâmica. Brasileiro, casado, com 30 anos de idade. Para maiores esclarecimentos telefonar para 63-1890, procurando eng. Ayrton.