

CAPÍTULO VIII

PRÉ-FABRICAÇÃO LIGEIRA

8.1 INTRODUÇÃO

Após a 2ª Grande Guerra, o mundo, e a Europa em particular, viram-se mergulhados numa grave situação de crise, com cidades parcial ou completamente destruídas, e uma economia totalmente fragilizada pela situação de conflito vivida.

A situação era grave e, por isso, era necessário reconstruir o mais rapidamente possível as cidades flageladas pela guerra, utilizando para tal, os escassos recursos existentes. É neste contexto que surge a “ideia” da pré-fabricação, baseada numa racionalização dos processos construtivos.

Os progressos tecnológicos alcançados durante e por causa da guerra, aliados à vontade e ao apoio dos governos envolvidos, foram dois dos factores que deram força a esta nova “técnica” de construção.

A primeira preocupação foi, naturalmente, a de resolver o problema de falta de habitação em algumas das principais cidades Europeias, tendo para isso, sido construídos, a partir de fabricas fixas e móveis, centenas de milhares de fogos por ano, durante o período do pós guerra. Posteriormente, a pré-fabricação, foi-se estendendo a outras áreas de entre as quais se destaca a construção de pavilhões industriais.

Falando agora do caso concreto de Portugal, verificamos que não existem muitos exemplos de habitação pré-fabricada. De facto, por inúmeras razões, a pré-fabricação pesada no nosso país é aplicada quase exclusivamente à construção de pavilhões, havendo apenas meia dúzia de exemplos de edifícios de habitação pré-fabricados.

Debruçando-nos um pouco mais sobre a pré-fabricação enquanto processo construtivo e produtivo, verificamos que na pré-fabricação ligeira os seus elementos não atingem pesos superiores a 200 kg/m2.

As estruturas pré-fabricadas como elemento construtivo tem vantagens e desvantagens, assunto este que iremos abordar de um modo sucinto.

Do conjunto das inúmeras vantagens podemos destacar o aumento da velocidade de construção, o controlo de qualidade mais rigoroso, a produção garantida independentemente do clima, a redução no custo dos moldes devido à repetição, etc,...

No que respeita às desvantagens, podemos focar a necessidade de equipamentos de transporte e manipulação dos elementos (por vezes de grandes dimensões), a necessidade de cuidados especiais na realização destas mesmas tarefas, a não continuidade das peças (que pode requerer secções maiores que as estruturas convencionais realizadas “in situ”, e o possível surgimento de tensões de serviço previstos, gerados pela pré-tensão. Assim teremos que ter atenção ao balanço que se fizer sobre esta técnica de construção.

De referir nesta introdução, a questão da pré-fabricação parcial ou total. Como se pode facilmente depreender da própria designação, a pré-fabricação total caracteriza-se pela produção e montagem de elementos produzidos em fábrica e que constituem a totalidade dos componentes do edifício. Teremos um caso de pré-fabricação parcial, quando num determinado edifício a técnica da pré-fabricação é associada a outras técnicas de construção tradicionais, não constituindo por isso a totalidade dos elementos desse mesmo edifício.

De notar que em qualquer dos dois casos descritos, podem ser utilizados elementos de pré-fabricação pesada e/ou de pré-fabricação ligeira.

A pré-fabricação apareceu sempre que foi necessário oferecer uma resposta rápida às grandes carências de habitação e, no aproveitamento de meios tecnológicos que a antecederam. Dizíamos também, que a pré-fabricação só se impõe quando oferece essa resposta sem prejuízo da qualidade da habitação que produz e chamávamos a atenção para o compromisso assumido por Portugal, para a defesa de um conceito de qualidade bem definido. As características de diversos painéis e processos de pré-fabricação leve e pesada, parcial e total.

Apresenta-se como título deste capítulo a pré-fabricação ligeira sem se pretender que esta definição signifique simplesmente leve; pretendeu-se encontrar uma classificação que envolvesse também o sentido de simples; sem complexidade. Aquela que se deve praticar numa fase de transição entre a construção tradicional e a construção industrializada.

Fase de transição que consideramos indispensável atravessar para que, com segurança e objectividade, se comecem a implantar novas regras e conceitos de disciplina, rigor e economia, sem os quais, qualquer passo a caminho da industrialização será sempre difícil e de resultados duvidosos. Fase de transição durante a qual, sem grande necessidade de pesado investimento em equipamento, se adquiram novos hábitos de gestão provisional, de concepção de formas e métodos, de ordenação racional de tarefa, de respeito pelo rigor de formas e dimensões e, muito especialmente, planificação e controlo.

Os grupos de actividade dimensionados para funcionarem em "cadeia" surgirão nesta fase, como uma necessidade sentida e já não como uma ideia original discutível; acabando por se imporem e revelarem as suas reais virtudes como factor disciplinador da produção e dos custos.

A ponderação e a análise prévia que a concepção de cada elemento (mesmo simples) exige, acabam por criar o salutar hábito de estudar pormenorizadamente tarefas, métodos e meios, que acabarão por vir a reflectir-se e a dilatar-se a toda a produção dos estaleiros. A pouco e pouco, face a necessidades reveladas e sentidas, cada empresa, para cada obra, irá encontrando regra"- e conceitos e, sobretudo, novos métodos de gestão de todos os meios até então postos simplesmente à disposição dos utilizadores. Surgirá também, naturalmente a promoção profissional como necessária para se alcançarem níveis, de produtividade que então se revelarão como possíveis.

Logo, a pré-fabricação ligeira que vamos propor e defender na exemplificação de processos de produção de "elementos pesados" de manipulação e aplicação fácil, e, leves de betão, gesso, madeira e combinados, aparecerá livremente dirigida á produção de componentes a utilizar na construção tradicional, na pré-fabricação parcial e/ou total.

No caso especial de elementos da madeira ou combinados com estrutura de madeira, chegaremos naturalmente a um pormenor especialmente dirigido à préfabricação total.

8.2 GENERALIDADES

8.2.1 As condições sócio-económicas locais

Não restam dúvidas que é cómodo e até mais seguro ir procurar na experiência anterior de outros, as bases para a nossa actuação, em vez de, procurarmos "inventar" tudo de novo; investigar cuidadosamente as condições, o meio, os meios e condicionantes daquelas experiências. E, em grande parte dos casos, a investigação não se tem processado; tem-se copiado ou, simplesmente imitado. Tem-se preferido com demasiada frequência a reprodução fiel ou aligeirada de modelos que nada têm que ver com as nossas realidades; embora certas e justificadas face às condições do local e do momento de origem.

Seria infelizmente muito longa a lista de exemplos a apresentar, lista que forçosamente iria citar factos passados há muitos séculos, mesmo sem sair do campo da construção de edifícios; mas preferimos confiar em que cada um encontre a sua lista. A nossa preocupação assenta essencialmente na necessidade que sentimos de relacionar este hábito com a proposta que fizemos de alteração de hábitos, agora quando pensamos em pré-fabricação.

A pré-fabricação é, simplesmente, "um método de construção para montagem rápida de elementos previamente fabricados em série", portanto, por definição, um campo vastíssimo aberto ao poder criativo dos técnicos de concepção e realização de obras de construção, limitado pelas condicionantes da montagem rápida e da pré-fabricação prévia em série. A situação sócio-económica do país reclama a adopção de medidas urgentes, certas, definitivas (não provisórias) na construção de habitação. O que se faz hoje terá que ser economicamente justificado, antes, durante, e para além da produção. Terá que justificar a condição de económico na utilização durante a vida útil exigível.

Quando algo tenha que ser prejudicado para se conseguirem preços baixos na fase de produção, que seja a classe do acabamento quando não impeditiva de melhoramento ulterior. As condições de estabilidade, durabilidade, protecção e conforto não podem ser prejudicados para justificar economias e, estas, são as que a pré-fabricação tem que garantir na fase em que intervém na construção. A pré-fabricação também não está condicionada á utilização de qualquer material em especial, ou a qualquer modelo de equipamento de fabrico e/ou montagem em especial, pelo que, até aqui o desafio ao poder criativo dos técnicos se mantém.

A simples observação da enorme diversidade de processos encontrados só na Europa, que se contam em muitas centenas, vem confirmar o que antes se disse e mostrar claramente a resposta que os técnicos têm sabido dar ao desafio. É a altura de os nossos técnicos ensaiarem as suas respostas, na observação das experiências de outros e na adaptação que souberem fazer às nossas condições do momento e de cada local.

8.2.2 Modificação estrutural das empresas

A proposta que aparece não na aparência, mas no objectivo final, visa em especial a modificação racional procurada e objectivada.

Modificação mais ou menos lenta como resposta às necessidades que progressivamente se farão sentir e segundo as possibilidades que a cada passo se forem criando ou revelando.

Isto porque a passagem rápida (violenta) do estado actual de muitas empresas para aquele que deverá procurar-se, seria inexoravelmente ruinosa, não só pelo alto custo das perturbações consequentes, como pelo clima que estabeleceria nas relações entre todos os membros do grupo humano envolvido no interior e no espaço envolvente de cada empresa.

A introdução lenta e evolutiva de elementos prefaciados na construção tradicional irá revelando necessidades que promoverão o estabelecimento de meios de resposta adequados e cada vez mais alargados.

Mas, se pretendermos criar estes meios isolados para respostas entendidas como independentes, acabamos implantados num "arquipélago" disperso, com dificuldades de ligações rápidas, ou envolvidos num complexo de difícil entendimento e coordenação em termos práticos e económicos.

Logo, antes de se criar qualquer meio ou dispositivo, deverá prever-se e acautelar-se a sua posição no conjunto, conjunto que deverá existir como projecto de futuro da criação de qualquer das suas partes. Conjunto que deve corresponder a um plano de desenvolvimento, com a flexibilidade exigível a qualquer plano deste tipo; passível de ajustamentos e aperfeiçoamentos, mas sempre com um plano.

8.2.3 Construção tradicional evoluída

Referimos este tipo de empresa na alínea anterior; queremos esclarecer o que quer significar aquela classificação, que cabe no âmbito das empresas industrializadas, pelo facto de adoptar métodos e regras em uso nas indústrias de fabrico organizadas.

Muitas são as empresas que no Mundo Industrializado continuam a beneficiar da liberdade de actuação diversificada da construção tradicional, competindo com a pré-fabricação em custos de produção, porque souberam organizar-se na observação das regras e de métodos de gestão encontrados em outras indústrias e adaptados na produção de painéis.

As condicionantes económicas, como série mínima, e outras, e até algumas técnicas da pré-fabricação, limitam-lhe de certo modo o campo de intervenção mas as regras e os métodos de funcionamento não estão ligados aquelas condicionantes.

Qualquer empresa convencional poderá beneficiar daquelas regras e métodos e manter a liberdade que escolheu estruturando-se com as mesmas preocupações de rigor e profundidade de estudos prévios. Utilizando sempre que possível componentes pré-fabricados no estaleiro ou em fábricas próprias ou, adquiridos no mercado.

São as regras de actuação racionalmente estabelecidas, os circuitos sistematizados e os métodos de gestão e controlo de meios que permitem classificá-las como evoluídas ou industrializadas, e não o volume ou a natureza do equipamento que possuem.

8.2.4 Pré-fabricação parcial, leve ou pesada

Embora aparentemente estejamos em presença de uma situação semelhante à anterior, isso não acontece de facto, porquanto a componente fundamental deste tipo de construção é a pré-fabricação. Os elementos da estrutura resistente deste tipo de construção, para além da sua função principal, funcionam ainda como ponto de encontro e de amarração de painéis, ficando assim obrigados a dar satisfação às exigências desta função suplementar.

Este tipo de construção oferece à pré-fabricação um campo de aplicações mais vasto e, às empresas de pré-fabricação que o praticam, além de uma maior versatilidade, a possibilidade de combinações económicas com elementos de varias origens. É ainda e portanto, uma situação intermédia ou alternativa para muitas empresas de construção evoluída, na resposta a construções de grande volume e com grande repetição de componentes iguais.

Uma empresa de pré-fabricação total raramente utiliza este modelo, mas com muita frequência produzem elementos para aplicação em obras de outras empresas. Há ainda outras, que dispõem de autênticos bancos de elementos padronizados de uso corrente que permitem responder rápida e economicamente às mais variadas situações próprias e alheias.

8.2.5 Pré-fabricação total (leve ou pesada)

Dentro da pré-fabricação é este o grupo que maior expansão verificou em toda a Europa, tendo-se projectado há muito com maior ou menor significado, para os países do Norte da África, para a África do Sul e para as Américas.

A variedade de métodos, técnicas e materiais é hoje enorme, contando-se por centenas apenas as que usam o betão armado como componente principal, não sendo inferior o número das que utilizam a madeira, o aço inox ou não, o alumínio, materiais plásticos e betões leves.

A pré-fabricação leve aparece particularmente indicada para a produção de elementos não resistentes das obras de pré-fabricação parcial, mas sobretudo:

- quando não exista ou não se justifique a utilização de equipamento pesado para manipulação e montagem de elementos;
- para a construção de pequenas construções isoladas, como vivendas, escolas, instalações agrícolas, equipamento social ou comercial de pequenos aglomerados, etc.
- para a produção de elementos de baixo número de repetições.

8.3 BASES PARA A PREPARAÇÃO DO FABRICO E RECOMENDAÇÕES

8.3.1 Componentes passíveis de introdução na construção tradicional

8.3.1.1 Complementos de envolvimento de vãos de janela e recortes

- a) panos de peito
- b) molduras de vão sem caixa de estore
- c) molduras de vão com caixa de estore
- d) sobre-vergas de enchimento
- e) cortinas inseridas entre pilares em vãos rasgados (sem nervos entre pilares) inferiores e em sobre-vergas
- f) cortinas sobrepostas (recobrimdo a estrutura) em vãos rasgados e em peitos e sobre-vergas combinadas ou independentes
- g) cornijas e platibandas em remates de fachadas
- h) cortinas de varandas de aplicação na betonagem ou independentes desta
- i) cortinas de escada, de aplicação na betonagem ou independentes desta
- j) cadeiras de algeroz pré-formados para remate de telhados, prontas a receberem revestimento impermeável
- k) grelhas de separação ou protecção de zonas

8.3.1.2 Elementos interiores não portantes com funções específicas

- a) tabiques de separação com e sem abertura, de posição fixa ou variável
- b) condutas de fumo, simples ou colectivas
- c) módulos de colunas de ventilação simples e colectivas
- d) módulos de condutas de tubagem simples ou duplas
- e) panos de apanhar, para chaminés
- f) acompanhamento pré-acabado de banheira, e polibans
- g) kits de tubagem de águas (redes e individuais)

- h) kits de tubagem de esgotos (redes e individuais)
- i) kits de colunas de alimentação de água
- j) kits de colunas de recepção de esgotos

8.3.1.3 Diversos

- a) capelos e módulos de chaminés simples e colectivas
- b) caixas de coluna e passagem de esgotos
- c) degraus de escada pré-acabados ou não, de comprimento variável
- d) módulos acabados de interiores de fogo de sala para combinações varias

8.3.1.4 Casos especiais

Painéis de fachada leve, completas e acabadas para inserir na estrutura em condições especiais (sujeita a aprovação dos serviços competentes).

Para além destes exemplos, naturalmente que ainda mais poderiam ser encontrados e, embora todos venham a ser objecto de desenvolvimento até aos métodos de produção passáveis de aplicação no âmbito deste trabalho, vamos fazer um percurso que permita simbolizar o modo como devem ser encontrados num projecto corrente.

8.3.2 Primeira fase de preparação

As bases para a escolha destes elementos poderão ser as seguintes:

- a) possibilidade de fabrico e incorporação em obra
- b) possibilidade de economia de mão-de-obra
- c) número de elementos iguais a produzir (repetição)

Da comparação da lista proposta em 8.3.1.1, 8.3.1.2 e 8.3.1.3 deste capítulo, vamos admitir que em princípio se escolheram para estudo os seguintes elementos

- 850 – 8.3.1.1.c - molduras de vão com caixa de estore
- 200 – 8.3.1.1.e - cortinas inseridas entre pilares
- 1400 – 8.3.1.2.a - tabiques de separação
- 100 – 8.3.1.2.b - condutas de fumo colectivas
- 450 – 8.3.1.2.d - módulos de conduta de tubagem
- 100 – 8.3.1.2.e - panos de apanhar para chaminés
- 100 – 8.3.1.2.f - acompanhamento de banheiras
- 200 – 8.3.1.2.g - quites de águas por fogo
- 100 – 8.3.1.2.h - quites de esgotos por fogo
- 10 – 8.3.1.2.i - quites de colunas de águas
- 20 – 8.3.1.2.j - quites de colunas de esgotos
- 900 – 8.3.1.3.e - degraus de escada em toSCO ou acabados

Obtida a primeira lista de elementos escolhidos a partir das bases propostas, é necessário estudarem-se os meios e métodos de produção para cada um dos elementos, preocupados agora com:

- a) a relação entre as formas e dimensões exigidas nos pormenores respectivos, os pesos dos componentes e as ligações com a alvenaria onde vão ser incorporados (estudos do elemento)
- b) relação entre as formas, dimensões e pesos de elementos, e os moldes e materiais a utilizar no fabrico
- c) escolha entre o molde altamente particularizado ao elemento, ou o molde com versatilidade (na permissão de aplicação em outras obras com exigências diferentes)
- d) espaço e meios para stock de endurecimento e dispositivos de manuseamento, transporte e elevação.

Para alguns elementos de difícil estudo teórico recomenda-se a execução de protótipos em gesso ou madeira, antes da execução dos moldes, ou ainda, de moldes simples provisórios para componentes, cuja desmoldagem se apresenta difícil.

Encontrada a resposta todas as questões postas nas bases que propomos, poderemos passar à fase seguinte.

8.3.3 Segunda fase de preparação

Feita a escolha dos elementos a produzir e encontrados métodos e meios para a sua concretização, temos como fase imediata a quantificação de todas as necessidades em mão-de-obra, materiais e produtos a incorporar.

Quanto à mão-de-obra, materiais e produtos, os factores quantitativos estão directamente relacionados com os elementos a produzir, restando apenas estabelecerem-se os planos de abastecimento seguros, como da produção dos incorporados a introduzir no fabrico.

As quantidades de moldes, a dimensão do grupo de actividade e o espaço necessário para o fabrico, stock de endurecimento e movimentação de dispositivos de produção e transporte, só poderão ser encontrados na comparação das necessidades do planeamento da obra com o rendimento dos meios de produção, corrigida para uma dimensão constante.

Do cuidado e conhecimentos específicos postos na execução dos estudos desta fase dependem fundamentalmente os resultados da pré-fabricação, como da fase anterior dependem os resultados desta.

8.3.4 Terceira fase de preparação

Encontrado o que fazer e definidas formas características de constituição e meios de produção, como as quantidades de todos estes meios para resposta a prazos de uma obra, teremos como terceira fase, as encomendas programadas, a execução ou encomenda dos moldes e o arranjo do espaço físico encontrado como necessário. No arranjo do espaço físico, entende-se ainda a instalação dos dispositivos do parque de stock de elementos, incluindo a execução de alguns, como de acessórios a utilizar nos veículos de transporte e manuseamento em obra.

Apresentam-se dois exemplos:

- um de instalação provisória móvel e com vista à recuperação e adaptação a outros estaleiros.
- Outro de instalação fixa para um estaleiro central de empresa que tenha optado pela aplicação de componentes pré-fabricados para todas as suas obras.

8.3.5 Quarta fase de preparação

Esta, a fase final de preparação, varia naturalmente de empresa para empresa e consoantes as características dos elementos a produzir e a preparação do pessoal destacado para as diversas funções reclamadas.

A fase de instalação de todos os meios de produção nos locais previamente preparados, incluindo a distribuição dos moldes segundo o plano estabelecido, e a impregnação destes com óleo de preparação. É também a fase de instrução do pessoal através de ensaios de fabrico e movimentação dos elementos mais complexos e/ou frágeis. A instrução do pessoal não pode ser feita em grandes grupos, mas sim, abrangendo elementos de todas as funções envolvidas de modo a, desde o início, se estabelecerem as relações e inter-relações características de actividades deste tipo.

Também aqui, como nas fases anteriores, a acção terá que ser planificada e cuidadosamente ponderada, desde a escolha das características e preparação básica dos elementos a recrutar, como das relações a estabelecer entre eles, à justiça na distribuição de funções e até ao modo como lhes são comunicadas.

Nada do que se estabelece neste campo deverá ser feito por simples comunicação oral. Todos deverão conhecer e ver reproduzido num documento, todas as funções do conjunto e, especialmente assinaladas para cada um, a sua parte e posição no todo.

Documento que não deverá descer ao pormenor de operações para não criar a possibilidade de burocratização, mas que não deverá deixar espaço para dúvidas.

Se o pessoal não possui experiência na utilização de algum material previsto, ou se prevê a utilização de materiais conhecidos em condições diferentes das habituais, deverá incluir-se, na instrução a fazer, o necessário em informação técnica específica para que os resultados correspondam ao que se deseja em termos seguros.

É ainda nesta fase que devem ser ensaiados todos os moldes, na produção dos elementos previstos, para correcção de defeitos destes e verificação do comportamento dos elementos pré-fabricados na desmoldagem e movimentação até ao stock.

Deverá ainda fazer-se a verificação do consumo real dos materiais no fabrico e a comparação com as previsões para que ainda em tempo útil, se possam corrigir encomendas já feitas e os planos de aprovisionamento ao fabrico. Deverão também verificar-se diferenças entre os rendimentos de mão-de-obra previstos e os considerados possíveis a partir dos resultados iniciais, com vista igualmente a correcção da dimensão do grupo de actividade ou à procura de métodos mais vantajosos.

Tudo o que se recomenda para esta fase, e mais no que casos especiais ou omissos venham a revelar necessário, servirá para garantir o arranque do fabrico sem surpresas ou indefinições e com as soluções de recurso reduzidas ao imponderável.

8.4 O FABRICO (BASES PARA PREPARAÇÃO)

8.4.1 Generalidades

É fundamental que uma operação de lançamento de pré-fabrico se faça tendo em atenção a evolução da produtividade, segundo uma curva racionalmente estabelecida, e que se tenha em atenção a necessidade de uma assistência técnica activa e que domine com segurança as normas de utilização e o comportamento de todos os materiais a utilizar, como incorporados e como subsidiários.

Que se dimensione o grupo de actividade para a produtividade média previsível com os postos de trabalho preparados para a produção inicial, mas em termos de absorverem os tempos que começarão a revelar-se excessivos por efeito da habituação nas repetições.

A evolução da produtividade no fabrico dependente de moldes de dimensão fixa e de períodos de endurecimento superiores aos horários de trabalho diários, não acontece; terá que fazer-se que aconteça.

A organização do fabrico com todos os moldes distribuídos para a utilização ou utilizações possíveis face ao endurecimento dos aglomerantes, não deixa espaço para a dilatação progressiva da quantidade de trabalho de cada posto, sem o recurso a diminuição do número de componentes, o que causa efeitos psicológicos perturbadores em todos os grupos humanos.

A distribuição de moldes de complexidade variada sem ocupação diária programada para os postos de trabalho de uma zona, será a solução mais aconselhável e a que permitirá a dilatação da produtividade procurada, até a ocupação plena de todos os moldes. Nestas condições, qualquer correcção que se verifique necessária, será sempre por reforço do grupo, o que tem efeitos contrários aos da redução.

Mas, se em grande parte, a qualidade é garantida pelos produtores directos, é necessário que em todos os sectores auxiliares existam as mesmas preocupações. Tudo o que chega aos moldes, para uso ou aplicação no fabrico, deve ser objecto de cuidados especiais, quer na observação da qualidade, quer na regularidade das condições e características do fornecimento. Qualquer alteração que venha a verificar-se necessária, deverá ser precedida do esclarecimento e instruções claramente entendíveis. O aspecto, plasticidade, granulometria, e condições de endurecimento das massas a aplicar no enchimento, na preparação ou no acabamento de elementos de betão ou aglomerados de gesso, devem ser rigorosamente observados, independentemente das condições climáticas ou higrométricas do momento.

Um dos problemas mais difíceis na pré-fabricação é ainda, apesar de toda a evolução tecnológica verificada nos últimos anos, o da produção e distribuição de betão; pelo que deverá merecer especial atenção de todos os técnicos ligados ao pré-fabrico, quer na fase do estudo dos meios, quer depois nos locais de fabrico. Os meios de produção, transporte e alimentação dos moldes têm que ser previstos na fase

do arranjo físico das zonas de fabrico e, contemplando as diversas fases de desenvolvimento dos trabalhos e a coincidência inevitável de solicitações por diversos postos de trabalho.

A arrumação dos moldes de maior complexidade e exigências, como de outros mais simples e de maior consumo, tem que ser ponderada na consideração das dificuldades referidas, da capacidade dos meios de produção e distribuição previstos, e de todos os elementos a produzir.

8.4.2 Moldes

Para o caso especial que deve considerar-se abrangido pela classificação de “pré-fabricação ligeira” não vamos referir moldes de concepção complexa, mas aqueles que poderão servir esta fase de introdução a novos conceitos e processos de economia de recursos.

A concepção do molde para enchimento com aglomerados de cimento ou gesso tem que basear-se, em princípio, no comportamento da mistura na fase inicial (enchimento), no endurecimento e, em especial, na desmoldagem. Isto, ainda antes da decisão sobre os materiais a aplicar nas diversas partes constituintes do molde.

Tem que prever ainda, por razões que se projectam para além dos aspectos da economia directa, a imobilização do molde para períodos não superiores a 24 horas, isto é, uma utilização diária. O que significa que, sempre que possível, deverá procurar-se a possibilidade de mais do que uma utilização diária, entendendo-se por dia, as 9 horas dos horários correntes, incluída a hora de descanso e almoço.

Quando se trate de elementos de aglomerado de gesso, salvo casos especiais, isso é sempre possível, o mesmo não acontecendo com elementos de betão normal.

Quer isto significar que antes do mais, quem pretenda conceber um molde deverá conhecer as exigências e condições de "trabalho" do elemento a produzir e, com segurança, as condições de endurecimento dos materiais a utilizar.

As duas características de maior interesse nesta fase:

- Os aglomerados de betão na fase de endurecimento sofrem uma redução de volume tanto maior quanto mais alta for a dose de cimento. A contracção linear média nos aglomerados compactos em fase inicial do endurecimento pode considerar-se próximo dos 0,0003(0,3%), podendo atingir valores até 0,0005 (0,5%), quando se utilize cimento de desensilagem recente.

Estes valores aparentemente pouco significativos, não deixam no entanto, de se fazer sentir na desmoldagem, em relação às molduras envolventes e aos núcleos produtores de vazios ou caixas, nas peças moldadas.

Enquanto as peças envolventes se desligam facilmente, os núcleos, ainda quando concebidos com contornos sutados, são difíceis de extrair.

- Os aglomerados de gesso, ao contrário dos betões, aumentam de volume ao endurecer, mas com valores muito superiores, atingindo com facilidade os 0.005 (0,5%) e, com muita frequência valores próximos do dobro.

Por razões de hábito têm sido pouco utilizados nas construções das últimas décadas, os elementos produzidos com gesso, ao contrário do que se verifica por exemplo, na vizinha Espanha.

O gesso no pré-fabrico tem a vantagem sobre o cimento de permitir várias utilizações diárias do molde e atinge resistências muito satisfatórias, se amassado, com quantidades de água ensaiadas para o mínimo, no tipo de gesso a utilizar. A resistência á compressão pode atingir valores próximos de 45 Kg/cm² aos 7 dias, atingindo até 80 Kg/ cm² aos 28 dias o que permite considerar a sua utilização em muitos elementos não sujeitos a acção da humidade constante ou frequente.

Os moldes podem ser produzidos com madeira resinosa ou rija, simples ou reforçadas com pegas metálicas, aparentes ou revestidas com resina de poliéster reforçado com fibra de vidro, ou inteiramente metálicos. Os factores que devem intervir na escolha entre as várias alternativas apresentadas, são naturalmente várias e de significado variável com mais ou menos valor. Daí que nenhum dos factores possa ser considerado isoladamente, mas na consideração dos restantes.

Tivemos ocasião de verificar em fábricas com equipamento altamente sofisticado, a utilização simultânea de moldes de todos estes tipos, a par de grandes baterias de moldes verticais.

Entre os factores a considerar, para além de outros particulares da empresa ou de recurso, destacamos os seguintes:

- formas características particulares do elemento a produzir e peso destes (exigências técnicas)
- quantidade previsível de elementos a produzir (economia)
- versatilidade possível do todo ou de parte dos componentes do molde, incluindo complementos e acessórios (economia a médio prazo)
- posição do fabrico e características da base ou apoio (fixa ou basculante)
- possibilidade de recuperação de parte do molde e exigências da conservação (economia)
- características dos dispositivos auxiliares do fabrico e movimentação dos elementos e, do espaço físico.

Na consideração do factor indicado em primeiro lugar (exigências técnicas) temos naturalmente o ponto de partida para todos os outros, que assim aparecem como condicionantes. Dentro das exigências técnicas, temos que considerar as condições de

enchimento perfeito e vibração, a fixação de incorporados de fixação, de movimentação, de reserva e/ou outros, e, a desmoldagem simples e rápida sem afectar qualquer superfície ou aresta do elemento ou do molde.

O comportamento dos materiais a utilizar em todas as fases do fabrico à desmoldagem, são também chamados a intervir nesta fase de ponderação.

Os factores relacionados com a economia, são naturalmente considerados e sempre, na observação das exigências do primeiro factor, mas, a partir de certos limites podem vir a impor alterações na concepção dos elementos a produzir, como por exemplo o seccionamento destes, ou a sobreposição ulterior de molduras ou nervuras que estejam na origem das dificuldades. Como podem impor a introdução de reforços a retirar em obra depois dos elementos montados.

Outra solução adoptada com bastante frequência, consiste na concepção de moldes polivalentes ou versáteis (no todo ou em parte) de modo a projectar para além da série prevista para determinado elemento, a relação entre o custo e as utilizações previsíveis.

Outra solução ainda, menos adoptada na generalidade, mas considerável em casos especiais, é a atribuição de um valor residual de partes de moldes estudados com vista a recuperações previsíveis. Esta solução permite por vezes encontrarem-se soluções economicamente praticáveis a partir de situações iniciais antieconómicas.

Quando referimos posição de fabrico e características da base de apoio, queremos chamar a atenção para duas situações de difícil compatibilização (enchimento/desmoldagem) que por vezes se podem compatibilizar, criando-se a possibilidade de se praticar cada uma das operações na posição mais vantajosa, fazendo bascular o molde ou a base, se possível, até ao angulo conveniente.

Finalmente, quando referimos as características dos dispositivos auxiliares, queremos relacionar as possibilidades características destes com a utilização racional e económica dos moldes. Ao conceber-se um molde, para o qual se encontrou uma forma e constituição relacionadas com uma posição de fabrico, teremos que acautelar a existência de meios auxiliares de, levantamento e movimentação correspondentes, como a capacidade de alimentação de material de enchimento na cadência reclamada, para acerto com uma vibração tecnicamente perfeita.

8.5 PRÉ-FABRICAÇÃO LEVE DE BETÃO OU GESSO

Um dos processos de intervir no peso dos elementos a produzir, consiste na escolha dos inertes a aplicar no betão do enchimento, havendo realmente uma grande variedade, com pesos específicos variando entre 0,03 e 2,7 t/m³.

Os factores a considerar na escolha, são naturalmente de diversas naturezas e significado, a saber:

- a) resistência pretendida
- b) trabalhabilidade
- c) comportamento em obra a curto e longo prazo
- d) custo de aquisição e na consideração de vantagens e inconvenientes

e) facilidade de aquisição nas quantidades previsíveis

Embora variando bastante de região para região do país, a escolha deverá incidir entre os seguintes:

- Britas calcárias
- Britas de granito
- Calhau rolado
- Britas de rochas pozolânicas ou cerâmica
- Lava vulcânica granulada
- Pérolas de argila expandida
- Pérolas de material plástico
- Cortiça granulada
- Escórias de fundição (granulado)
- Escórias de carvão (coque granulado)
- Espuma sílico-calcário granulada
- Areias vulcânicas

Feita a escolha na consideração dos factores a), d) e e), deve ensaiar-se a trabalhabilidade, tendo-se em atenção que os inertes com menor peso específico só são passíveis de mistura com o aglomerante, se previamente molhados.

Quanto ao comportamento em obra, especialmente a longo prazo, há que cuidar o teor em sulfatos das escórias e o tanino da cortiça; devendo lavar-se bem as primeiras e neutralizar o tanino da cortiça.

Outro processo para intervir no peso, consiste na introdução de blocos de materiais leves, como:

- Tijolos leves normais ou especiais
- Blocos sílico-calcários (ytong)
- Blocos de espuma de materiais plásticos
- Blocos de betão celular

Outro ainda, consiste na criação de vazios, pela inclusão no molde de elementos tubulares que se retiram depois do endurecimento do betão. Usam-se geralmente tubos de borracha com válvula, que se introduzem no molde, dilatados com ar comprimido e que se esvaziam para os retirar facilmente.

Seja qual for o tipo de inertes, o aglomerante, ou método de produção escolhido, deverá sempre ter-se em atenção que, a quantidade de água utilizada nas misturas é um dos condicionantes mais importantes do êxito do pré-fabrico. Por vezes, nos elementos de “mais difícil” betonagem, a plasticidade exigida às massas apresenta-se em contradição com a exigência de utilização de “mínimo de água” para proporções económicas de aglomerante; mas, será preferível sempre o recurso a aditivos plastificantes, contra o uso de quantidades de água além dos limites aconselháveis.

8.6 DESMOLDAGEM

A desmoldagem de, qualquer elemento deverá fazer-se sempre com os maiores cuidados, exigindo-se sempre o total respeito para com o molde como para as arestas e faces de contacto com o molde.

Não deverá entender-se a desmoldagem como o acto de arrancar o elemento do molde, mas sim, o de criar as necessárias condições para que este se desligue ajudado.

Estas condições criam-se desde o início do pré-fabrico com a lubrificação do molde, precedido de limpeza cuidada de todas as superfícies.

Existem hoje no mercado muitos óleos especialmente estudados para o efeito e com características adequadas a moldes metálicos, de madeira ou de cimento e, para elementos de betão ou de gesso; mas, para todos eles uma regra comum: não aplicar

em caso algum em excesso ou insuficiência.

O excesso produz defeitos por vezes tão desagradáveis quanto a insuficiência.

Outra condição para que o elemento se desligue do molde, além do grau de endurecimento conveniente, consiste na tensão a dar aos cabos do sistema de elevação.

Esta deverá ser suficiente para elevar o elemento, mas pouco mais. Atingida esta tensão, deve guardar-se durante uns segundos que a peça se desligue e, logo de seguida, afastá-la da base, de modo a evitar que esta balançando-se entre em choque com o molde.

É uma operação que exige uma certa sensibilidade e alguma prática, até que se consigam bons resultados.