

Sistema de Fôrma para estrutura de concreto

Paulo Nobuyoshi Assahi
Engenheiro Civil (EPUSP-74) /ASSAHI Engenharia Ltda.
email: pauloassahi@terra.com.br

1 Introdução

1.1 Histórico

A tecnologia de fôrma, atualmente amplamente utilizada pela maioria das construtoras teve início nos canteiros de obra nos fins da década de 60.

Tendo o **Eng. Toshio Ueno** (EPUSP-58) como precursor, o desenvolvimento deveu-se embasado nos conhecimentos da engenharia civil, complementado com as observações e experiências do dia-a-dia dos canteiros. O objetivo principal, na época, era a *otimização dos custos* através da melhoria da produtividade e do menor consumo de materiais com aumento do número de reaproveitamento dos mesmos.

Todas as peças de madeira que compõem a fôrma passaram a ser pré-confeccionadas na bancada na sua *dimensão definitiva* mediante um desenho específico e definiu-se a seqüência de montagem, passo a passo, vinculando-a com a de inspeção. A grande novidade era a de, justamente, as peças terem suas *dimensões definitivas*, considerando-se todos os detalhes de seus encontros, cuja montagem planejada para ser executada sem o uso de serrotes, apenas acertando-se os encontros, substituindo-se o processo até então utilizado, de *ajuste das dimensões "in-loco"*, pois as peças eram apenas semiprontas.

A outra mudança radical no processo produtivo de fôrma foi a da utilização de escoras estrategicamente distribuídas para permitir a retirada da grande parte da fôrma (entre 80% a 90%) enquanto que somente estas permaneciam prendendo uma pequena parte da fôrma, chamada de *tiras de reescoramento*, ainda com a estrutura em plena fase de cura, com idade entre 3 a 5 dias. Chamou-se, inicialmente, de **reescoramento**, pois as mesmas eram posicionadas 3 dias após concretagem das lajes e das vigas, *antes do início do descimbramento*. Atualmente, chamam-nas de **escoras remanescentes**, pois, a prática mostrou que é mais seguro quando as posicionamos *antes ou durante a concretagem das vigas e lajes*, conseguindo-se, desta maneira, melhor uniformidade de carregamento nas mesmas.

Os resultados obtidos com estas mudanças foram além das expectativas iniciais, tendo-se o objetivo alcançado com louvor em poucos anos. Melhorou-se a produtividade pela redução do retrabalho na montagem e otimizou-se o uso dos materiais, reduzindo-os a apenas 1 jogo de fôrma (*mais 3 ou 4 jogos complementares para escoras remanescentes*) mesmo para ciclo de produção de 1 laje / semana, até então, comumente utilizados 3 jogos completos de fôrma.

E, como conseqüência natural do próprio processo, a precisão geométrica dos elementos moldados veio a melhorar nas mesmas proporções. O que se percebeu é que, tendo-se a

exatidão na medida de confecção *das partes da fôrma*, normalmente retalhada para se obter peso adequado para transporte e manuseio manual, bastaria montá-las sem que abrissem frestas entre as peças ou que não remontassem uma sobre outra para se obter *medida total correta*. Baseado neste raciocínio criou-se o **procedimento de inspeção** de controle da qualidade geométrica eficaz, apenas com observação cuidadosa, sem a necessidade de utilização de qualquer instrumento de medição durante a montagem.

Nascia desta maneira os primeiros sistemas de produção de fôrma que, ao longo das últimas décadas, foi-se adequando a outros e a novos equipamentos e acessórios e, também às necessidades cada vez mais exigentes do mercado. Atualmente, encontra-se em patamares bastante satisfatórios, tanto na qualidade e produtividade, como também no custo. Em algumas empresas o nível de excelência alcançou índices comparáveis aos melhores do mundo, considerando-se, evidentemente, as diferenças de processos operacionais de cada país, onde ainda existem grandes diferenças tanto nos partidos estruturais adotados, como também, na quantidade e na qualidade dos equipamentos de transportes verticais e horizontais utilizados.

2 Conceitos

2.1 Definição: fôrma e cimbramento

De maneira sucinta, podemos dizer que a **fôrma** é um molde provisório que serve para dar ao concreto fresco a geometria e textura desejada, e de **cimbramento**, todos os elementos que servem para sustentá-lo até que atinja resistência suficiente para auto suportar os esforços que lhe são submetidos.

Alem destas funções básicas, a fôrma e cimbramento têm outras importantes, tais como:

- Proteção do concreto fresco na sua fase frágil, de cura, contra impactos, variações de temperatura e, principalmente, de limitar a perda de água por evaporação, fundamental para sua hidratação.
- Servir de suporte para o posicionamento de outros elementos estruturais como a armação ou cabos e acessórios de protensão, como também, elementos de outros subsistemas, de instalações elétricas e hidráulicas.
- Servir de suporte de trabalho para própria concretagem dos elementos estruturais.

2.2 Sistema de fôrma

“Sistema é uma série de função ou atividade em um organismo que trabalha em conjunto em prol do objetivo do organismo”.

W. Edwards Deming

Podemos chamar de **sistema de fôrma** ao conjunto completo dos elementos que o compõem, incluindo-se: a própria fôrma, elementos de cimbramento, de escoramento remanescente, equipamentos de transporte, de apoio e de manutenção, etc.

Podemos obtê-lo confeccionando-os totalmente ou parte dele no canteiro de obra mediante um projeto específico de produção de fôrma. Necessitam-se, neste caso, dos insumos básicos como a chapa compensada, madeiras serradas e pregos, como também, dos equipamentos e ferramentas de carpintaria tais como: serra circular de bancada, serra manual, furadeiras, bancada de carpintaria, etc.

O espaço para instalação da carpintaria é de, no mínimo 50 m², sendo necessário outros 50 m² para área de estoque dos insumos citados. A disponibilidade desses espaços torna-se uma das pré-condições para escolha desta opção.

A alternativa quando não a tiver é a de aquisição ou locação do sistema já pronto, disponíveis no mercado.

Entre vários sistemas de fôrma ofertados, a diferença reside principalmente no material utilizado nas suas partes, tanto na fôrma como no cimbramento, além das particularidades que personaliza cada sistema quanto à adequabilidade, praticidade, durabilidade e principalmente, ao preço.

3 Importância da fôrma

A fôrma é um dos subsistemas dos muitos que compõem o sistema construtivo, todos trabalhando em prol das necessidades do empreendimento. Todos estes múltiplos subsistemas interdependem-se e contribuem para o resultado do todo. A fôrma, no entanto, tem uma particularidade única dentro deste contexto: *é o que inicia todo o processo*, e por isso, passa a ser referência para os demais, estabelecendo e padronizando o grau de *excelência exigida* para toda a obra.

O desempenho do sistema de fôrma exerce forte influência na qualidade, prazo e custo do empreendimento, conforme veremos na seqüência.

3.1 Influência da fôrma na qualidade da estrutura.

Se entendermos que qualidade é atender os clientes (internos e externos), a fôrma é, certamente, o de maior importância, pois, o desempenho dos demais subsistemas dependerá diretamente do seu resultado. O prumo, nível, alinhamento e esquadro das peças estruturais, que resultam da correta utilização da fôrma, são pré-requisitos básicos necessários para todos os demais subsistemas.

A fôrma é a **única responsável** pela geometria dos elementos estruturais.

Além disso, uma grande parte das patologias observadas nos edifícios concluídos pode ter origem na fôrma. As freqüentes trincas na estrutura ou na vedação podem ser conseqüências da deformação ou mobilidade excessiva da estrutura

causada pela má utilização do sistema de fôrma, como também, pelo excesso de sobrecarga devido aos revestimentos e enchimentos não previstos decorrentes da correção de estrutura mal moldada. Até mesmo os vazamentos comuns causados pelas patologias nas instalações hidráulicas e das impermeabilizações podem ter origem no excesso de mobilidade da estrutura, conseqüência da utilização incorreta do sistema de fôrma.

Em alguns casos estudados de ruptura da estrutura a média e longo prazo observam-se que há escoamento dos ferros, prejudicados pelo avançado estado de corrosão, originado pela falha na estanqueidade da fôrma. A perda da nata durante a concretagem expõem a armadura aos agentes agressivos através dos vazios formados facilitando a sua despassivação e comprometendo a durabilidade da estrutura de concreto armado. Mesmo quando detectado a tempo, a sua recuperação é sempre uma tarefa árdua e cara.

3.2 Influência da fôrma no prazo de execução da estrutura

No processo produtivo tradicional de edifícios (elementos estruturais moldados “in-loco”), a execução da estrutura sempre faz parte do **caminho crítico** na composição do cronograma físico. Desconsiderando-se alguns casos atípicos, a execução da estrutura consome, aproximadamente, 50 % do prazo total de execução. Por sua vez, a fôrma é responsável por 60 % deste, concluindo-se que ela consome **30 % do prazo total** do empreendimento.

Ou seja, as atividades de montagem da fôrma são responsáveis por, aproximadamente, 30% do caminho crítico do cronograma físico, elegendo-se uma das atividades de *maior influencia no prazo de execução* de qualquer empreendimento civil com estrutura em concreto armado ou protendido.

Ela é também a atividade iniciadora e cadenciadora dos demais subsistemas por ser a primeira, estabelecendo-se o ritmo de execução, marcado pelo seu ciclo e a sua freqüência, definindo o prazo total necessário do empreendimento.

3.3 Influência da fôrma no custo da estrutura

O custo da estrutura de empreendimento predial de porte médio (p.ex: 2 Subsolos, Térreo e 15 pavimentos tipos) representa algo em torno de 20 %, e o da fôrma, entre 25% a 40 % da estrutura, equivalente a **5% a 8 % do custo total**. A variação deve-se a vários fatores, sendo os principais:

- Sistema de fôrma adotado.
- Número de reaproveitamento dos materiais, potencializado ou minimizado pela definição arquitetônica ou pelo partido estrutural adotado.
- A produtividade da equipe de mão-de-obra, sendo o custo da mão-de-obra o fator de maior variabilidade, responsável por 50% a 70% do item.

- Prazo de execução, influenciando diretamente a produtividade e o custo dos equipamentos locados.

O custo da fôrma merece atenção especial não só pela sua representatividade, mas principalmente, pela sua suscetibilidade. Torna-se, na maioria das vezes, o único fator significativo de competitividade na execução de estrutura, uma vez que os itens armação e concreto são pouco variáveis, independentes da metodologia de execução.

3.4 Influência da fôrma no custo total do empreendimento

O principal fator merecedor de cuidados é o seu potencial de gerar altos custos indiretos, tais como o de correção da estrutura, geralmente de valores significativos, ou o que induz custos adicionais a outros subsistemas pela falta de qualidade geométrica da estrutura originada pelo erro na escolha do sistema de fôrma ou pela má condução no gerenciamento de execução. Estes custos somados podem representar valores comparáveis ao da própria fôrma.

Portanto, **otimizar a fôrma** deve significar **otimizar a execução do empreendimento** tendo-se como objetivo maior a qualidade da estrutura, condição fundamental para eliminação completa dos custos de desperdícios em todos os demais subsistemas.

4 Sistematização do processo produtivo

"O objetivo de um sistema deve ser estabelecido por aqueles que o gerenciam. Sem objetivo não se pode dizer que existe um sistema".

W. Edwards Deming

A sistematização inicia-se com estabelecimento do objetivo. Na seqüência, planeja-se a estratégia para alcançá-lo, passo a passo, sob a ótica global, sistêmica.

A primeira tarefa é a escolha do sistema a ser utilizado e desenvolve-se, na seqüência, o projeto de produção da fôrma. A atuação na qualificação e treinamento da mão-de-obra através de programas específicos também é fundamental, devendo-se envolver nesta tarefa, toda a equipe técnica de campo, desde os engenheiros, mestres-de-obras, encarregados, carpinteiros e serventes, até mesmo os eventuais consultores e colaboradores.

Os objetivos da sistematização devem estar sempre em destaque e a todo o momento para serem assimilados por todos, conduzidos pelo seu gerente.

Normalmente, os objetivos da sistematização da fôrma são:

- Obter o sistema adequado às necessidades e às condições disponíveis.
- Ter o controle da precisão geométrica dos elementos da estrutura.
- Obter melhor produtividade nas atividades da fôrma, na confecção, montagem, desforma, transporte, conservação e manutenção.
- Preservar o desempenho da estrutura com correto manuseio da fôrma
- Obter o resultado mais econômico.

4.1 Escolha do processo de produção e do sistema de fôrma.

A escolha do sistema produtivo, entre muitos possíveis, requer atenção minuciosa para prever e estudar todos os eventos que interferem direta e indiretamente no resultado da fôrma à luz dos conhecimentos teóricos e, principalmente, dos práticos, sob pena de optar-se pelo sistema tecnicamente correto e econômico, mas inadequado à realidade dos operários ou às condições do canteiro de obra.

Os principais fatores que balizam a escolha são:

- Características físicas, geométricas e especificações da estrutura
Dimensão dos elementos, formato, número de repetição.
Textura exigida
- Insumos e serviços técnicos disponíveis na região.
- Viabilidade de equipamento operacional de transporte vertical e horizontal.
Gruas, guindastes, etc.
- Prazo de execução estabelecido
Materiais adquiridos ou locados

O enfoque mais importante é o da adequabilidade. Deve-se optar pelo processo e sistema que atenda os objetivos, sempre sob visão sistêmica. Atendido a este quesito, evidentemente, a escolha recairá no mais econômico, o que na maioria dos casos não significa o mais barato, ou seja, de menor valor de aquisição, conforme veremos nos capítulos seguintes.

4.2 Projeto de produção de fôrma.

O projeto de produção de fôrma, como também os procedimentos, são produtos naturalmente decorrentes do planejamento e definição do processo de execução, anteriormente definidos.

Todos os estudos e considerações contemplados daquela fase devem ser documentados e divulgados de maneira precisa e rápida aos executores, ou seja, à equipe de obra. Portanto, o projeto de produção e os PES (procedimentos de execução dos

serviços) e PIS (procedimento de inspeção dos serviços) são ferramentas técnicas de *gestão do processo*, sem os quais, o elo entre *planejamento / execução* fica interrompido.

Nele são definidas todas medidas de confecção de todos componentes da fôrma e especificação do cimbramento e escoras remanescentes. Além disso, todas as informações operacionais, tais como: seqüência e detalhes de montagem, de desforma, de descimbramento, ou seja, as informações que fizeram parte do raciocínio na sua elaboração deverão fazer parte deste trabalho.

Os PES / PIS integrado a cada sistema é uma necessidade. Eles complementam as informações fundamentais para o bom desempenho, como também é a sua obediência disciplinada para se obter o resultado desejado.

O projeto completo de produção de fôrma deve contemplar, no mínimo:

- Desenhos de montagem da fôrma, sendo as principais:
 - Planta de locação dos eixos e ganchos / locação dos pilares
 - Planta de cimbramento, travamentos, guias e barrotes e escoras remanescentes.
 - Planta de processo de paginação da laje
- Desenhos de confecção da fôrma
- Especificação técnica dos materiais e Normas básicas operacionais.

4.2.1 Escolha dos materiais constituintes da fôrma

A fôrma é um equipamento, e como tal, precisa das seguintes características:

Praticidade: Manuseio fácil na montagem, desforma e transporte.

Eficiência: Bom desempenho aliado à boa produtividade.

Durabilidade: Ter a vida útil prevista.

Econômico: Melhor custo total. (inicial + operacional + manutenção + indireto)

Os insumos básicos utilizados na fôrma são: madeira, metal (aço e alumínio), plásticos, fibra de vidro e concreto. Os mais usuais, no entanto são as madeiras, principalmente as chapas compensadas específicas para fôrma, produto normalizado pela ABNT / NBR 9532 – *Chapas de madeira compensada - especificação* e ABNT / NBR 9490 – *Lamina e compensado – terminologia*, e as madeiras serradas. O prof. PETRUCCI (1987) enumera as seguintes vantagens que justificam o uso predominante das madeiras na fôrma.

- Pode ser obtida em grandes quantidades a preço competitivo, existindo reservas para renovação do material;
- Pode ser produzida em peças com dimensões estruturais que podem ser rapidamente desdobradas em peças de pequenas dimensões;
- Permite ser trabalhada com ferramentas simples e ser empregada várias vezes;

- Foi o primeiro material empregado capaz de resistir tanto a esforços de compressão como de tração;
- Tem baixa massa específica e alta resistência mecânica;
- Permite fáceis ligações e emendas;
- Não estilhaça quando golpeada. Sua resiliência permite absorver choques que romperiam ou fendilhariam outro material.

No entanto, ele lembra que também apresenta desvantagens como heterogeneidade e anisotropia, vulnerabilidade a agentes externos, combustibilidade, dentre outras, mas que estas características ficam minimizadas quando considerado o uso em uma estrutura temporária como a fôrma.

4.2.2 Dimensionamento

A fôrma é uma estrutura, portanto, deve ser dimensionada.

O completo dimensionamento exige dois estudos distintos. O primeiro é o da fôrma e cimbramento, onde os cálculos são para proporcionar a rigidez e resistência necessária a cada um dos componentes do sistema, e o segundo, mais complexo, é a análise das *ações construtivas* que ocorrem sobre as estruturas moldadas, na maioria delas, ainda na fase prematura de cura do concreto.

Para o primeiro estudo, o projetista utiliza-se dos conhecimentos técnicos de engenharia e também, o do comportamento dos materiais a serem utilizados, principalmente das madeiras serradas, diferenciadas para cada variedade existente no país. Estes, mesmo com a identificação da espécie, devem-se levar em consideração os fatores físicos botânicos, tais como: idade da madeira, umidade, existência de nós e falhas, etc. A obtenção destas características físicas confiáveis é tarefa para instituições especializadas, impossíveis de realização no canteiro de obra.

Dentro deste cenário, recomenda valer-se sempre das espécies já catalogadas e estudadas por estas entidades e seguir suas recomendações técnicas. Temos para essa finalidade:

- NBR 7190/97 – Projeto de Estruturas de Madeira - Procedimento
- Madeira: Uso sustentável na construção civil – IPT / SVMA / SINDUSCON-SP – S.P 2003
- Fichas de Características das Madeiras Brasileiras - IPT – Divisão de Madeiras

O modelo matemático que envolve o dimensionamento da fôrma é extenso. Deve-se considerar todo o conjunto de ações que atuam em cada elemento da fôrma, tais com: peso próprio do concreto, os empuxos que atuam nos painéis verticais, cargas de armação, de movimentação dos operários, dos equipamentos utilizados, altura de lançamento e vibração do concreto, etc.

Para adoção do *limite de deformação* a ser considerado nos cálculos recomenda-se sempre adequar às necessidades dos subsistemas subseqüentes, principalmente as dos revestimentos internos e externos. Por exemplo, nas obras prediais com paredes, cujos revestimentos estão previstos com espessuras da ordem de 3,00 cm para externos e 1,0 cm para internos, pode-se adotar como limite de deformação = 0,3 cm.

Para análise das *ações construtivas*, necessária para estudo do cimbramento e, principalmente, das **escoras remanescentes**, requer do profissional conhecimentos tecnológicos de comportamento do concreto fresco, na sua fase da cura.

É capítulo de extrema importância. A equipe do Dep. de Engenharia de Estrutura da EE de S. Carlos-USP (Profs. Almeida Prado, Ramalho e Correa) no trabalho: **Panorama sobre ações construtivas em estruturas de edifícios em concreto armado** (IBRACON: abril/julho 98) alerta sobre o assunto e conclui: "*As análises da estruturas de edifícios em concreto armado, submetidos a ações verticais, geralmente são feitas considerando que toda a estrutura já existe quando essas ações são impostas. Na verdade, devemos lembrar que qualquer edifício passa por diversas etapas, do início ao término da construção. Além disso, as ações atuantes durante as etapas de construção podem ser bastante diferentes das ações normalmente consideradas nos projetos. Essas ações construtivas frequentemente atuam em idades iniciais do concreto, antes de seu total amadurecimento, tendo sido responsáveis por diversos casos de colapso estrutural*".

Recomenda-se, portanto, iniciar o estudo com valores confiáveis das características de resistência e deformabilidade do concreto ao longo do tempo, como também, de todos os equipamentos e materiais que compõem o sistema de fôrma.

Deve-se, através de estudo estatístico, determinar a ocorrência das ações construtivas em cada pavimento inferior que contribuem para o seu sustento, interligadas através das escoras remanescentes, e obter as tensões e deformações que ocorrem em cada um deles. Deve-se impor que estas estejam toleráveis, isto é, que sejam seguras para as condições físicas adquiridas nas idades correspondentes. As variáveis que temos para equacionar o equilíbrio do conjunto são somente duas: **ciclo de concretagem e número de pavimentos participantes**.

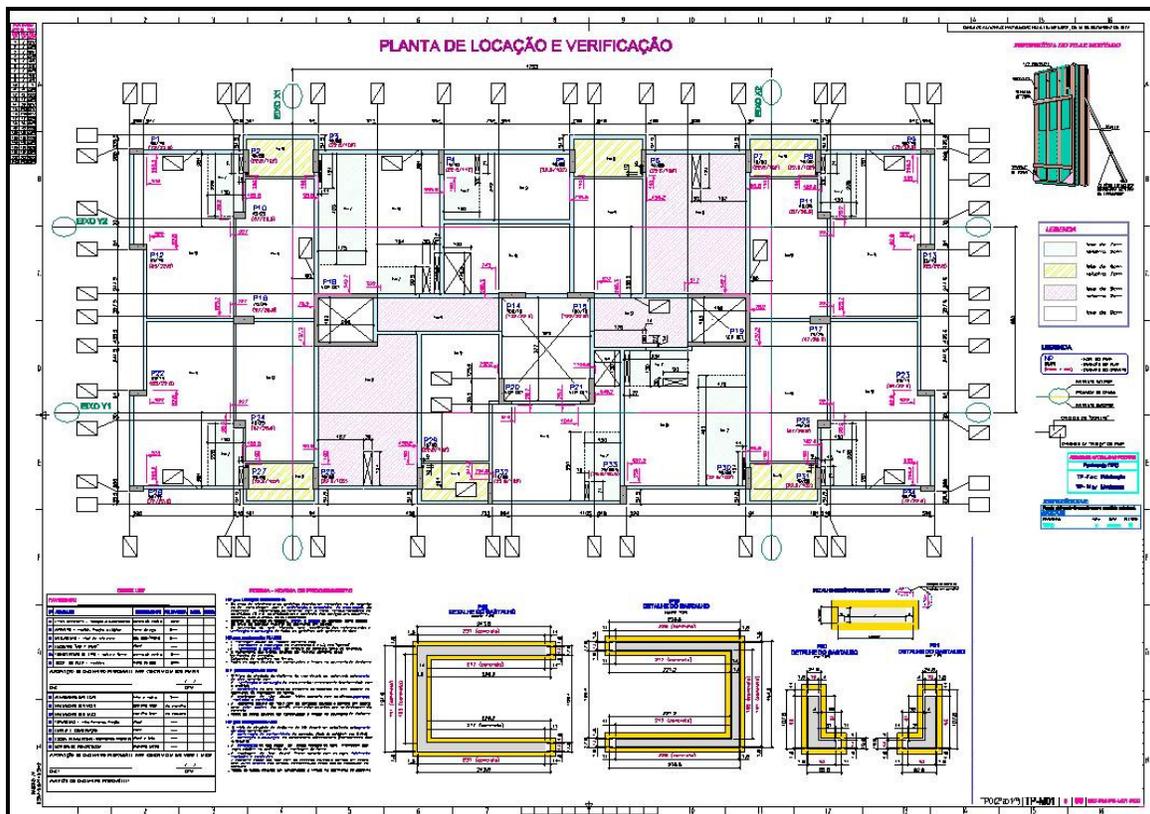
E ainda, para escoras remanescentes, além da capacidade do conjunto e número de jogos necessários, é importante a determinação da sua distribuição. Elas devem ser dispostas para proporcionar à estrutura *deformações toleráveis para sua idade* através do controle da distancia entre as mesmas. Independente da capacidade da peça a ser utilizada, recomenda-se **limite máximo de 2,00 m**, tanto para laje como para as vigas.

4.2.3 Detalhamento e apresentação

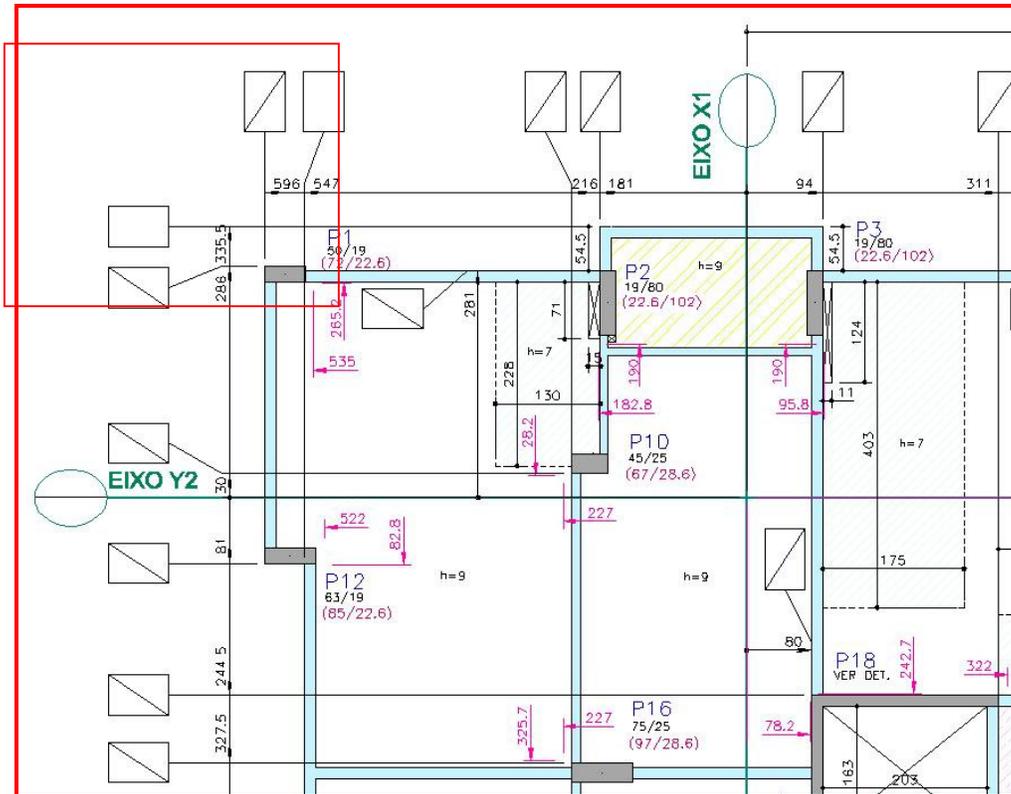
O projeto de fôrma é um projeto de produção, ou seja, destina-se para manuseio e compreensão da equipe de campo. A sua apresentação, portanto, deve ser adequada, levando-se em consideração as reais condições dos nossos canteiros de obra, onde, na maioria deles não há condições ideais para uma leitura detalhada dos desenhos ou estudo mais minucioso. Qualquer necessidade como simples operação matemática, para obter alguma medida, será dificultosa, pois, a calculadora não faz parte dos acessórios e ferramentas de trabalho deles. A leitura deve ser clara, completa, objetiva, sem espaço para qualquer tipo de interpretação subjetiva.

Apresenta-se na seqüência, a título de simples exemplos, reprodução de trechos de projeto de fôrma utilizado em obras.

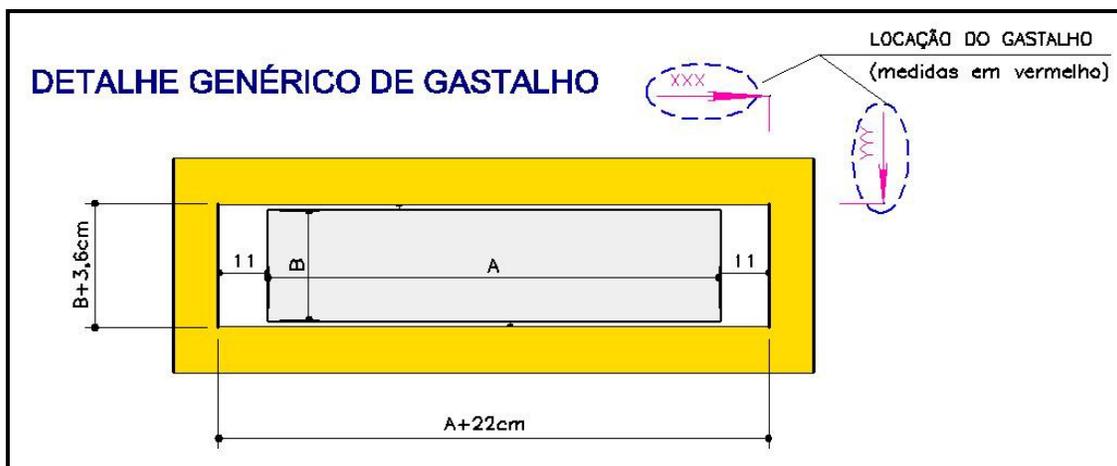
Título: PLANTA DE LOCAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE GASTALHO



DETALHE AMPLIADO

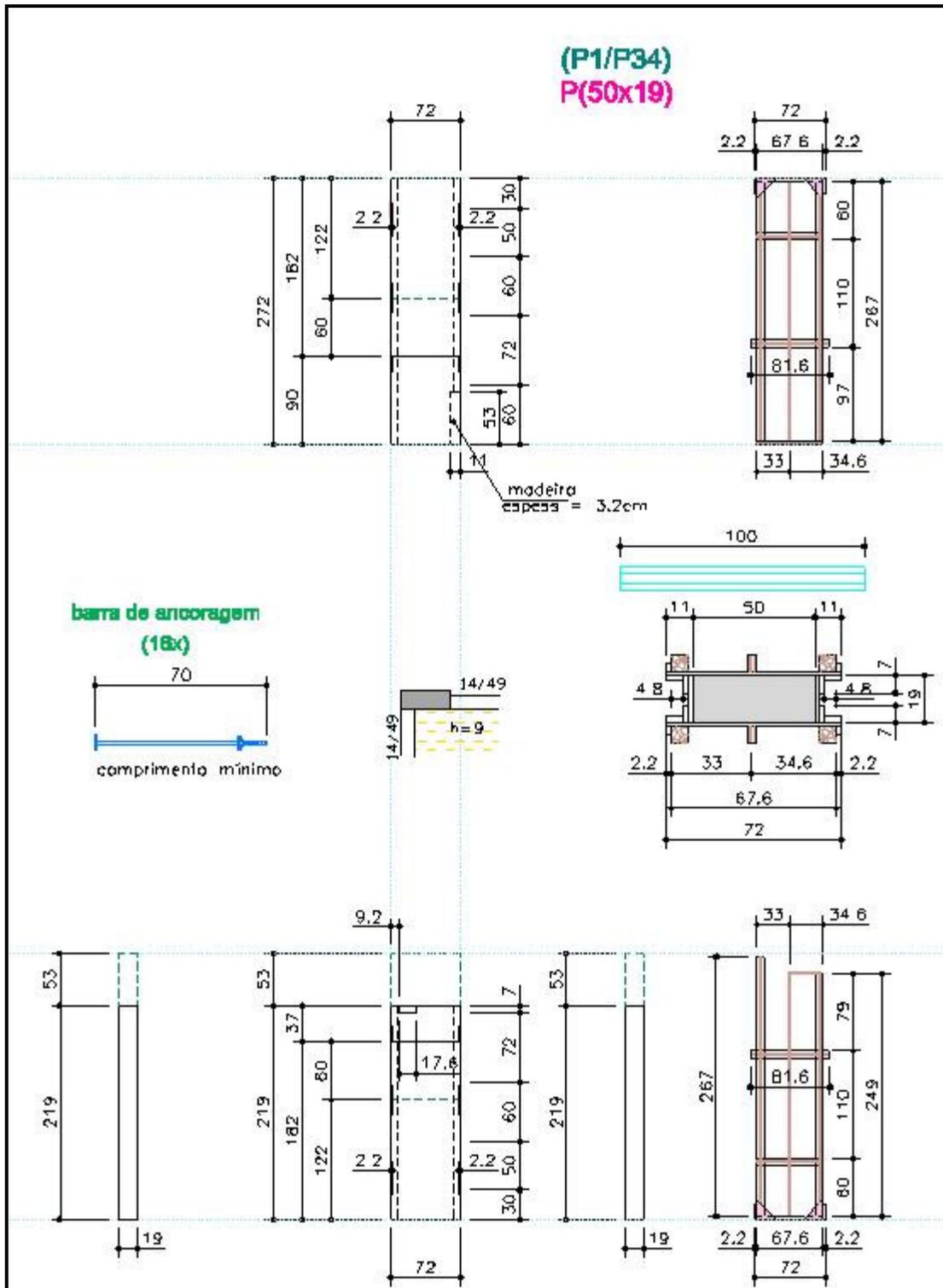


DETALHE: medidas de gastalho

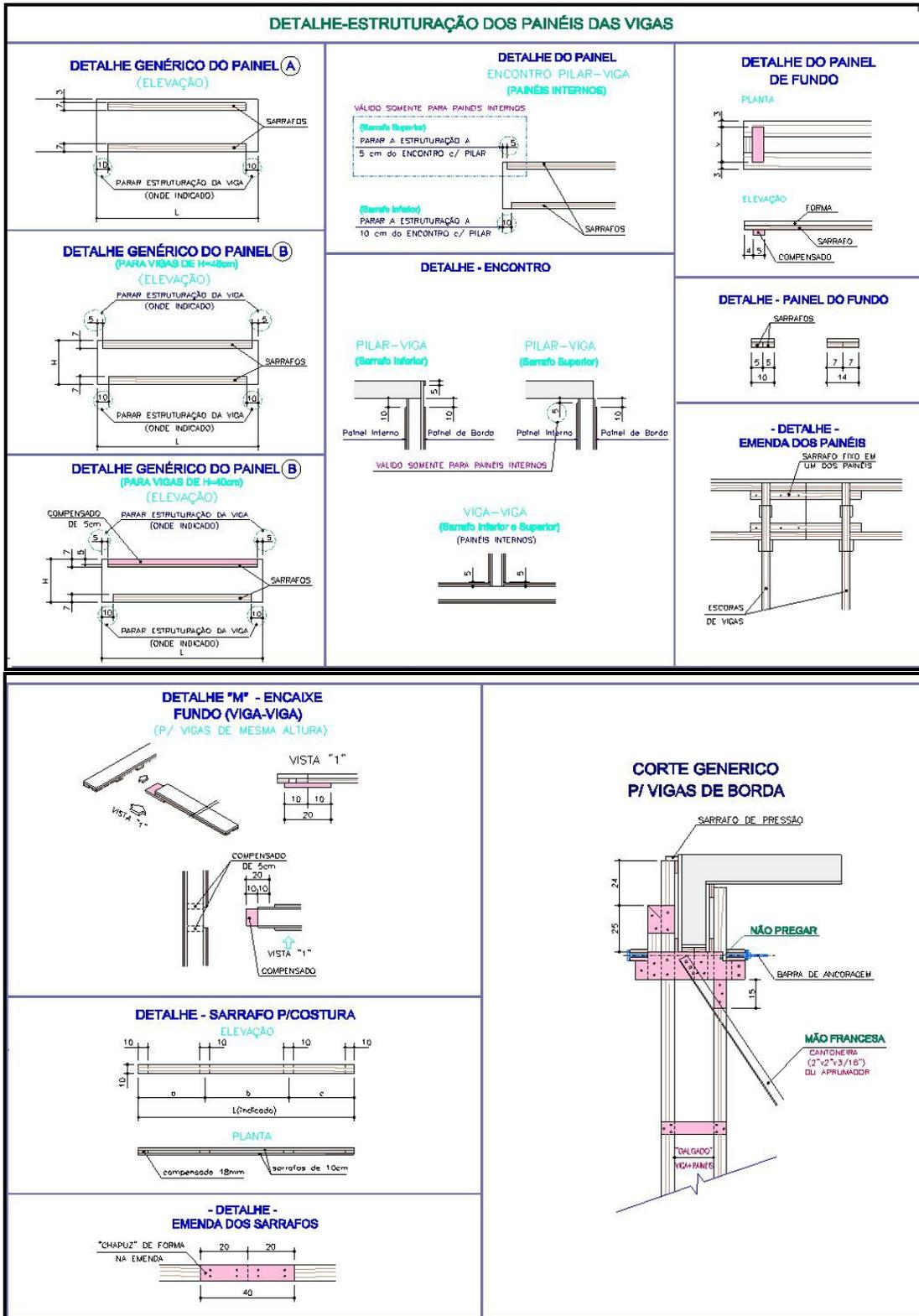


Projeto executivo dos Pilares

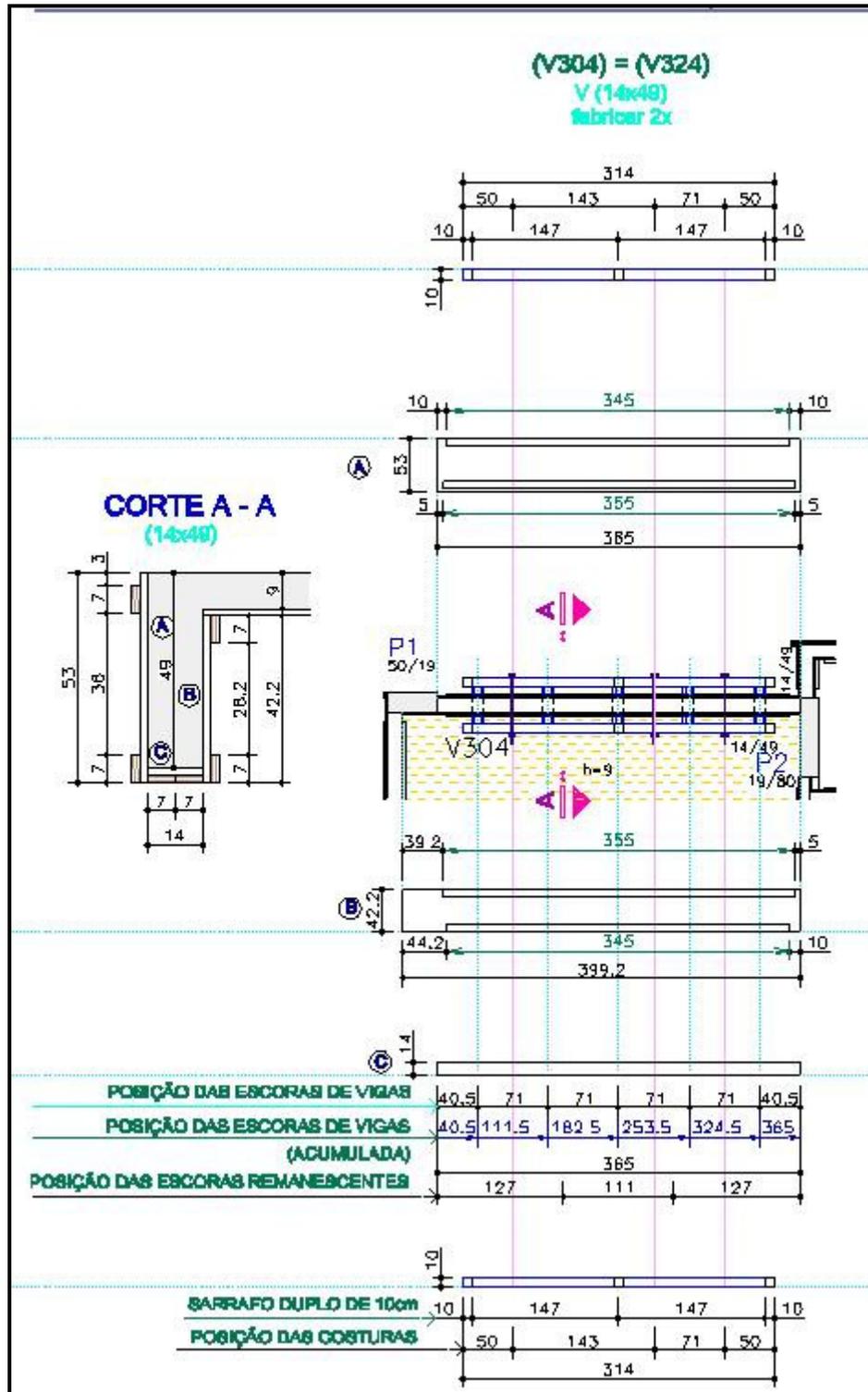
Título: Projeto de produção do Pilar P1



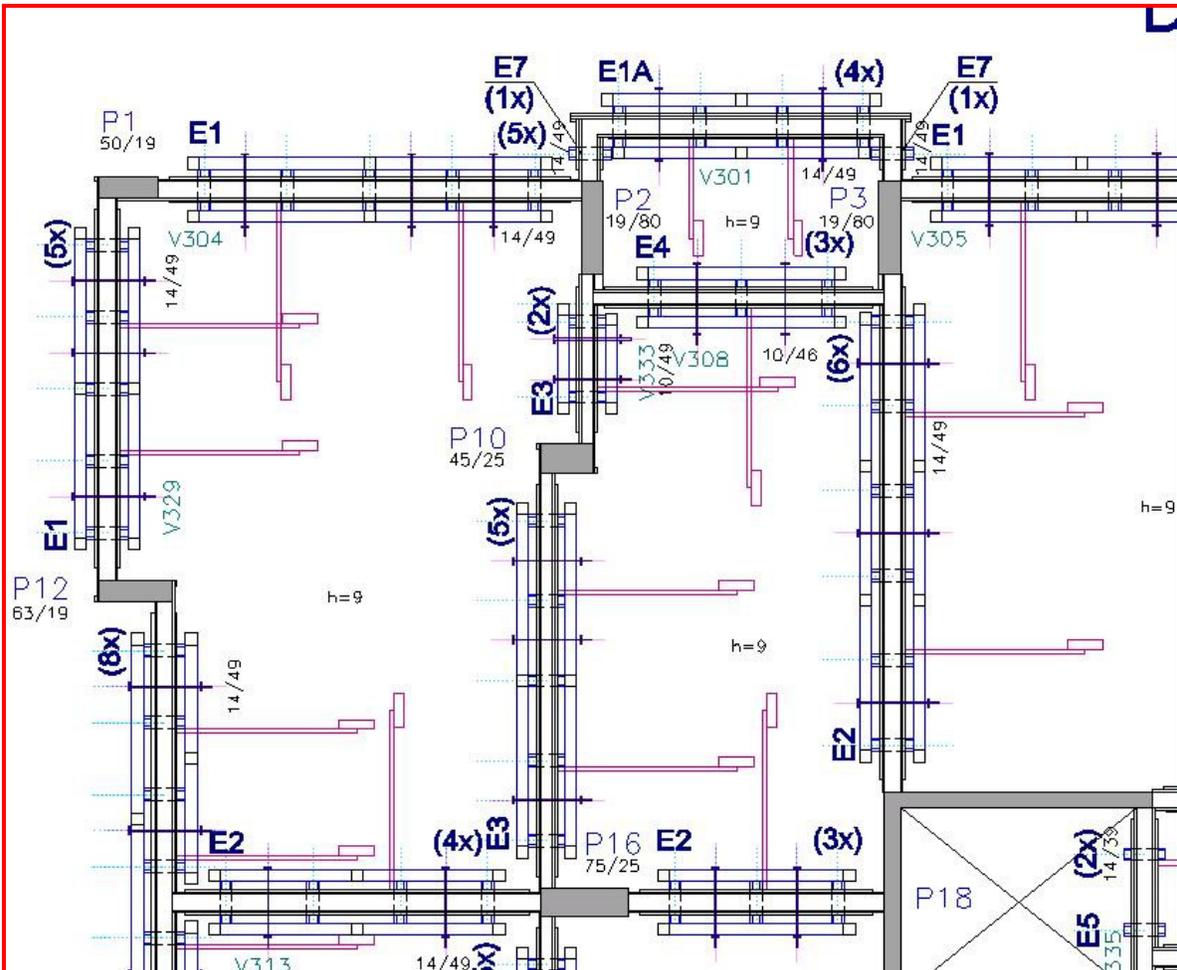
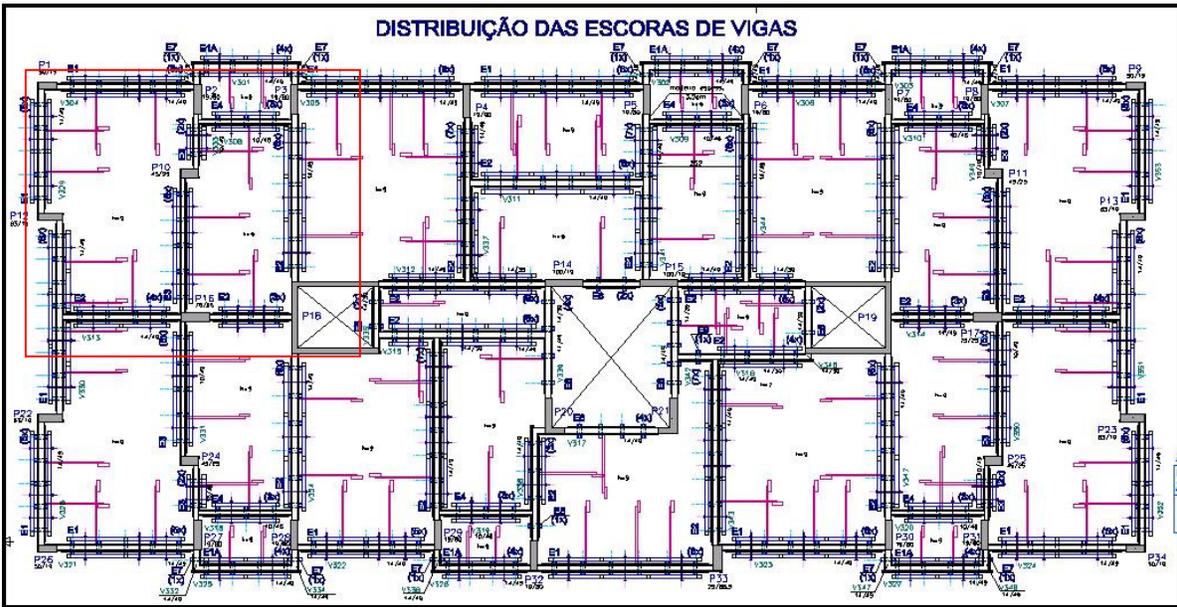
titulo: Projeto executivo das vigas: detalhes genéricos



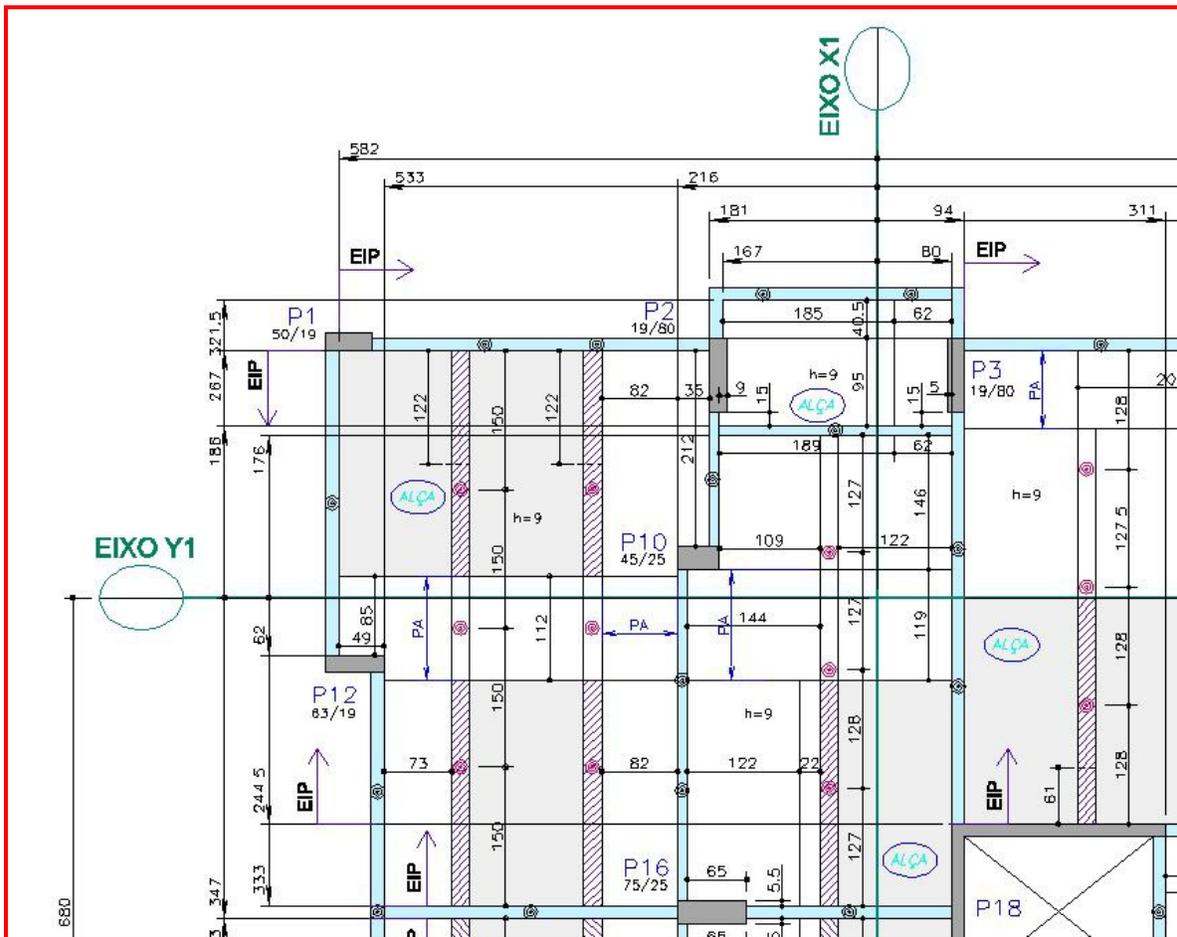
título: Projeto de produção da viga V304



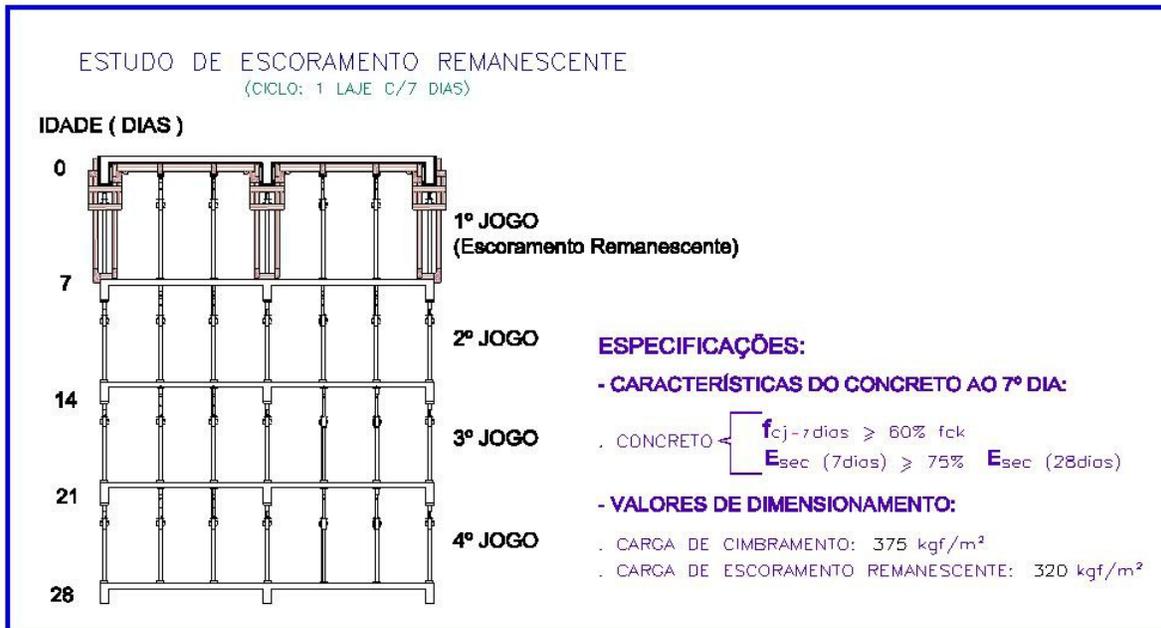
título: Projeto de distribuição das escoras de viga: travamentos



título: **Paginação das lajes: montagem**



Título: Esquema de escoras remanescentes



5 Montagem e desmoldagem: prazos, critérios e patologias decorrentes.

Devem-se prever no projeto e nos procedimentos operacionais, todos os cuidados necessários para pós concretagem, até o descimbramento total e liberação para início dos serviços seguintes.

A desmoldagem ou, simplesmente a desforma é a primeira atividade pós concretagem, entendendo-a como a retirada da fôrma, sem descimbrá-la. É necessário levar-se em consideração que, com esta atividade expomos a estrutura à perda de água da superfície por evaporação, muito prejudicial à cura do concreto e também, aos eventuais choques em função da intensa movimentação dos operários nesta fase. Recomenda-se, mínimo de **60 horas** para início desta atividade, não se esquecendo da necessidade da continuidade do processo de cura do concreto, mantendo-o úmido pelo prazo estabelecido pela especificação pertinente e, também da proteção com madeira nos trechos vulneráveis ao choque mecânico.

O descimbramento é operação de retirada dos elementos portantes da fôrma, e conseqüentemente da estrutura. Para possibilitar a reutilização das escoras nas etapas seguintes são retirados prematuramente, porém, no prazo **nunca menor que 72 horas com confirmação da conformidade de resistência aos 3 dias do concreto**. Ao retirá-los, passamos os esforços atuantes às **escoras remanescentes** já distribuídas. Estas, a partir deste momento, tem a função de continuar sustentando a estrutura e absorver ou

repassar a seu apoio todas as cargas incidente até a sua cura total, mantendo-a dentro de condições previstas, toleráveis de deformações.

O correto dimensionamento, como também, os cuidados operacionais rígidos são fundamentais para preservar as características de desempenho da estrutura. Qualquer falha causará micro fissuramento no concreto, comprometendo-o para sempre a sua rigidez.

5.1 Procedimentos operacionais

5.1.1 Procedimento de execução dos serviços (PES)

O procedimento de execução de serviço – **PES** é a descrição, etapa por etapa, das atividades de produção do sistema, de confecção, de montagem e de desforma. Define a seqüência lógica operacional, pois, faz parte integrante do raciocínio contido no projeto. É o *manual de utilização do equipamento-fôrma*.

Os detalhes que caracterizam cada sistema são criados levando-se em consideração a seqüência construtiva. Devem, portanto, ser amplamente divulgados através deste documento para obter o máximo desempenho da fôrma.

Quando o PES é ignorado, percebe-se que a produção se torna caótica, improdutiva e inverificável durante a sua montagem. Como conseqüência, muitos erros estarão camuflados ou, se descobertos, tolerados face às dificuldades em corrigi-los.

5.1.2 Procedimento de inspeção dos serviços (PIS)

O procedimento de inspeção de serviço – **PIS** é a descrição, etapa por etapa, das atividades de inspeção dos serviços.

As inspeções são relativamente simples e rápidas, desde que feitas no momento correto. Existem dois tipos de inspeção, uma feita pelo engenheiro e outra, pelo mestre-de-obra.

As **inspeções de preparo** são as avaliações e julgamentos que fazem necessários *no início de cada etapa do serviço, cujo objetivo é a tomada de decisão de autorizar ou não o seu início*. Devem ser executadas pelo **engenheiro de obra**, ou na sua impossibilidade, pelo técnico ou estagiário sob sua responsabilidade, pois ela significa o *aceite e recebimento dos serviços até aquele momento*. Recomenda-se elaborar uma tabela destas inspeções (check-list), escolhendo-se os itens mais importantes e relacionado-os em ordem seqüencial cronológica, complementadas com outras definições, tais como:

- atividade a ser inspecionada
- instrumento a ser utilizado para a inspeção.
- tolerância admitida.
- Visto e data do responsável pela inspeção e recebimento

Exemplo de check-list

CHECK LIST

PAVIMENTO					
Nº	ATIVIDADE	INSTRUMENTO	TOLERÂNCIA	DATA	VISTO
01	EIXOS PRINCIPAIS - locação e transferência	pruma de centra	0mm		
02	GASTALHO - medida, fixação e rigidez	trena de aço	3mm		
03	NIVELAMENTO - nível de referência	ap. laser/metro	3mm		
04	ENCÔNTRÔ "VIGA x PILAR"	visual	—		
05	TRANSFERÊNCIA DE EIXO - sobre a forma	pruma de centra	0mm		
06	"BOCA" DO PILAR - medidas	trena de aço	3mm		
AUTORIZAÇÃO DO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL PARA CONCRETAGEM DOS PILARES					
_____			/ /		
ENG.:			DATA		
07	ALINHAMENTO DAS VIGAS	linha e metro	3mm		
08	NIVELAMENTO DAS VIGAS	aparelho laser	do aparelho		
09	NIVELAMENTO DAS LAJES	aparelho laser	do aparelho		
10	TRAVAMENTO - mão francesa, fixação	visual	—		
11	LIMPEZA E CONSERVAÇÃO	visual	—		
12	ESCOR. REMANESCENTE - pavimentos inferiores	visual e tábua	—		
13	MESTRAS DE CONCRETAGEM	aparelho óptico	—		
AUTORIZAÇÃO DO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL PARA CONCRETAGEM DAS VIGAS E LAJES					
_____			/ /		
ENG.:			DATA		
AVALIAÇÃO DO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:					

O intuito da divulgação desta tabela é o de definir o grau de exigência, através de definição de tolerâncias e modos operacionais de inspeção aos executores. Ela sugere pré-verificação pelo próprio executor antes da entrega do serviço, com a certeza da aprovação. Torna a figura do inspetor, desta forma, não o de "descobridor de erros", mas de "receptor, como cliente, dos serviços encomendados, constatando-se a conformidade" etapa por etapa.

As **inspeções de operação** são as avaliações que se fazem periodicamente durante as atividades, cujo propósito é o de exercer ações corretivas todas as vezes que os serviços estiverem em desacordo com o procedimento estabelecido. A decisão a tomar do inspetor de operação é o de *deixar continuar com ação corretiva ou parar* de acordo com o grau de falha encontrado.

A responsabilidade desta inspeção é do mestre-de-obra ou do encarregado de carpintaria. Dele é exigido o conhecimento prévio completo do PES e PIS para poder orientar os executores no cumprimento integral das condições pré-estabelecidas.