



**IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**  
Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil  
7 a 10 de maio de 2002

## **COMPARATIVO DOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS DE LAJES E ALVENARIA ESTRUTURAL SEGUNDO A NORMA BRASILEIRA E BRITÂNICA**

**Débora de Gois Santos**

Eng. a Civil, Msc. Eng. Civil, Doutoranda em Engenharia de Produção – UFSC  
E-mail:deborags@eps.ufsc.br

**Tatiana Gondim do Amaral**, Msc. Eng. Civil.

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil, PPGEC/UFSC  
E-mail: tamaral@starmedia.com

**Humberto Ramos Roman**

Eng.º Civil, Prof. Adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina; PHD.; Pesquisador do NPC.  
E-mail: humberto@ecv.ufsc.br

### **RESUMO**

A presente pesquisa possui como foco a análise construtiva das seguintes tipologias de laje: lajes maciça moldadas no local, lajes com vigotas treliçadas com blocos de isopor de material de enchimento e em painel treliçado.

Para tanto, dividiu-se o serviço de execução da laje nas diversas atividades componentes do processo de produção, identificando o cumprimento dos requisitos de norma de execução.

Os fatores intervenientes foram analisados segundo a norma brasileira, complementada com a norma britânica.

Os empreendimentos analisados foram em estrutura portante de blocos de concreto.

Na análise utilizou-se os requisitos de construtibilidade, para aperfeiçoar o processo de execução da edificação. Estes requisitos foram relacionados com a simplificação de projeto, sequência de atividades, padronização de componentes e acessibilidade a locais da obra.

Como resultado pôde-se observar que o cumprimento dos requisitos da norma melhorou a construtibilidade dos planos de construção. Possibilitou também, a redução no prazo de execução, a redução de perdas no processo e a elevação da qualidade do produto final do empreendimento.

Palavras chave: laje, norma Brasileira, norma Britânica.

### **ABSTRACT**

The present research focuses on the constructive analysis of the following slab typologies: concrete slabs, small beams expanded polystyrene floor system as stuffing material and, in lattices panels.

For this purpose, the slab execution service was separated in the several component activities of the production process, identifying the execution of the requirements of execution norm.

The intervening factors were analyzed according to the Brazilian norm, complemented with the British norm.

The analyzed enterprises were in structure wall of concrete blocks and was used the buildability requirements, to improve the process of execution of the construction. These requirements were related with the project simplification, sequence of activities, standardization of components and accessibility to places of the work.

As result, could be observed that the execution of the requirements of the norm improved the buildability of the construction plans. It also made possible the reduction in the period of execution, the reduction of wastes in the process and the elevation of the quality of the undertaking final product.

Key word: slab, norm Brazilian, Norm British.

## 1. INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa estudaram-se os aspectos construtivos de estruturas portantes e alguns tipos de lajes. Os elementos estruturais foram avaliados segundo a norma brasileira, complementada com a norma britânica.

Em observações das lajes utilizadas em canteiro pôde-se deparar com uma grande diversidade de procedimentos de execução, destacando-se que as empresas utilizam seus próprios métodos, os quais não se relacionam com as técnicas exigidas pelo método em uso.

A análise construtiva foi realizada para as seguintes tipologias: lajes maciça moldadas no local, lajes com vigotas treliçadas com blocos de isopor como material de enchimento e em painel treliçado. Todas em alvenaria estrutural de blocos de concreto, situadas na cidade de Florianópolis/SC.

As atividades de execução da laje foram separadas em seis grupos, são eles montagem da fôrma, montagem da laje, preparação para a concretagem, concretagem, regularização das superfícies e serviços finais.

Estudam-se aqui as lajes e paredes portantes, porque estas são as responsáveis pelo recebimento das cargas verticais, que são aplicadas às paredes por meio das lajes e pisos, para amarrar a estrutura e distribuir as cargas horizontais. A rigidez lateral é fornecida também pelas escadas, poços de elevadores e de condução de dutos.

Os serviços de execução da laje e das paredes foram subdivididos nas diversas atividades componentes do processo de produção, identificando o cumprimento dos requisitos de norma de execução.

Verificou-se o cumprimento dos requisitos de norma durante a execução da edificação, em que se utilizou a norma brasileira complementada com a britânica.

A pesquisa ainda mostra as diferenças entre os processos construtivos dos tipos de lajes abordados e como essas diferenças interferem na sequência de montagem da edificação.

O referencial teórico utilizado nesta pesquisa relaciona-se com os conceitos de construtibilidade aplicados nas edificações, que permitem a transparência do processo de produção e possibilitam a execução com qualidade.

Utilizou-se como ferramenta de aplicação desta teoria um comparativo entre os requisitos de norma e os praticados em obra, bem como a segmentação do processo construtivo da edificação por meio das redes operacionais, compostas das micro-atividades integrantes de um serviço, como mostra a figura 1.

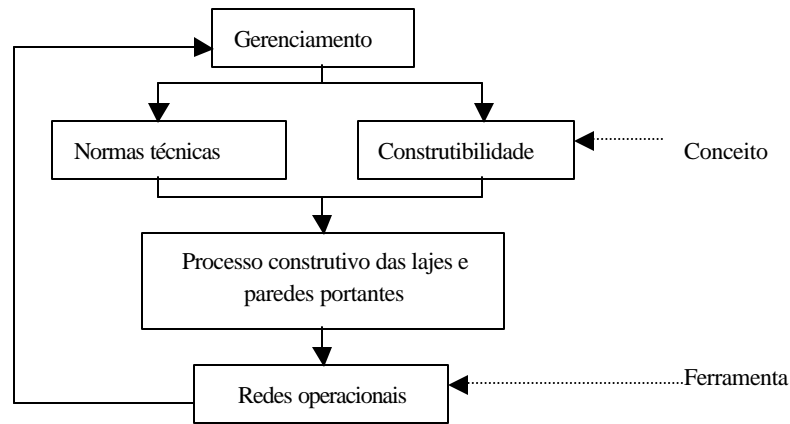


Figura 1: Diagrama para alimentação contínua do processo.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho acompanhou-se o processo executivo de edificações em alvenaria estrutural com os tipos de lajes citados anteriormente, da marcação da primeira fiada até a concretagem final e cura da laje. Não foi observada a desforma, pois cada obra acompanhada apresentava procedimento próprio diferenciado.

Este acompanhamento realizou-se nas lajes por intermédio da divisão do processo nos seis grupos de produção, sendo estes grupos padrões para os diversos tipos de lajes pesquisadas.

Foram comparados os tempos gastos no processo de execução dos diferentes tipos de lajes, levando-se em consideração os tempos padrões para a montagem das partes e os procedimentos tomados em obra associando a estes as condições e materiais existentes.

A observação consistiu em acompanhar a montagem de cada etapa, associando a estas o pessoal envolvido, seu entrosamento com a atividade, os materiais utilizados, permanentes ou auxiliares.

Por meio de tal observação foi possível comparar os requisitos de norma e os procedimentos praticados em obra. Houve também entrevistas não estruturadas com os responsáveis da obra e calculistas envolvidos, além de conversas informais com os projetistas.

Convém destacar que, com relação ao cálculo estrutural não se pode fazer uma mescla entre normas diferentes, o que levaria a riscos estruturais. No caso da execução, as normas passam a se complementarem, desde que os requisitos não interfiram na forma como a estrutura irá trabalhar.

A complementação da norma brasileira especificamente com a britânica ocorre porque na região sul do Brasil a escola de influência é a britânica. Deve-se ressaltar que a norma brasileira trabalha com tensões admissíveis enquanto a britânica trabalha com estado limite último.

Nas observações em campo verificou-se o cumprimento aos requisitos de norma e qual a influência deste na construção. Procede-se assim a tabulação dos resultados para as tipologias de laje pesquisadas.

Os fluxogramas para o processo de execução das lajes e da alvenaria estrutural encontram-se nas figuras 2 e 3.

Os tipos de lajes observados são utilizados por empresas de pequeno e médio porte que trabalham com edifícios residenciais e comerciais, e vão de 2 a 10 pavimentos.

De posse desta seqüência de atividades, buscou-se determinar aquelas de caráter geral e destacar as atividades específicas para um determinado tipo de laje. Comparou-se, então, a duração de cada grupo de montagem, o pessoal envolvido, o cumprimento à seqüência construtiva e as consequências decorrentes deste cumprimento ou não, e as possíveis alterações no cronograma da obra que possam provocar inversão de atividades, interferindo, deste modo, no processo construtivo como um todo.

Executou-se assim uma análise qualitativa da visão de micro estrutura das diversas atividades integrantes dos serviços executados.

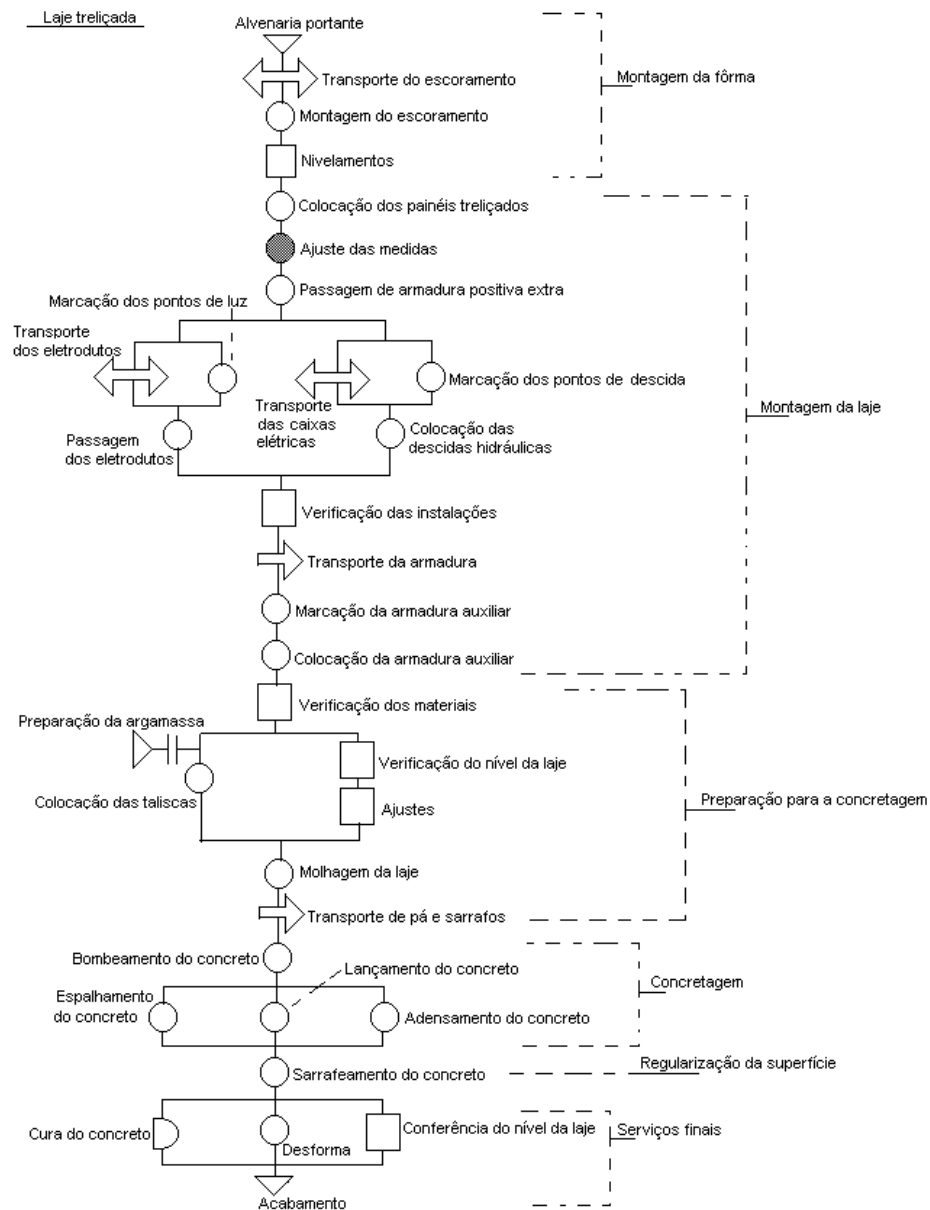


Figura 2: Fluxograma da laje em painel treliçado.

## Alvenaria portante

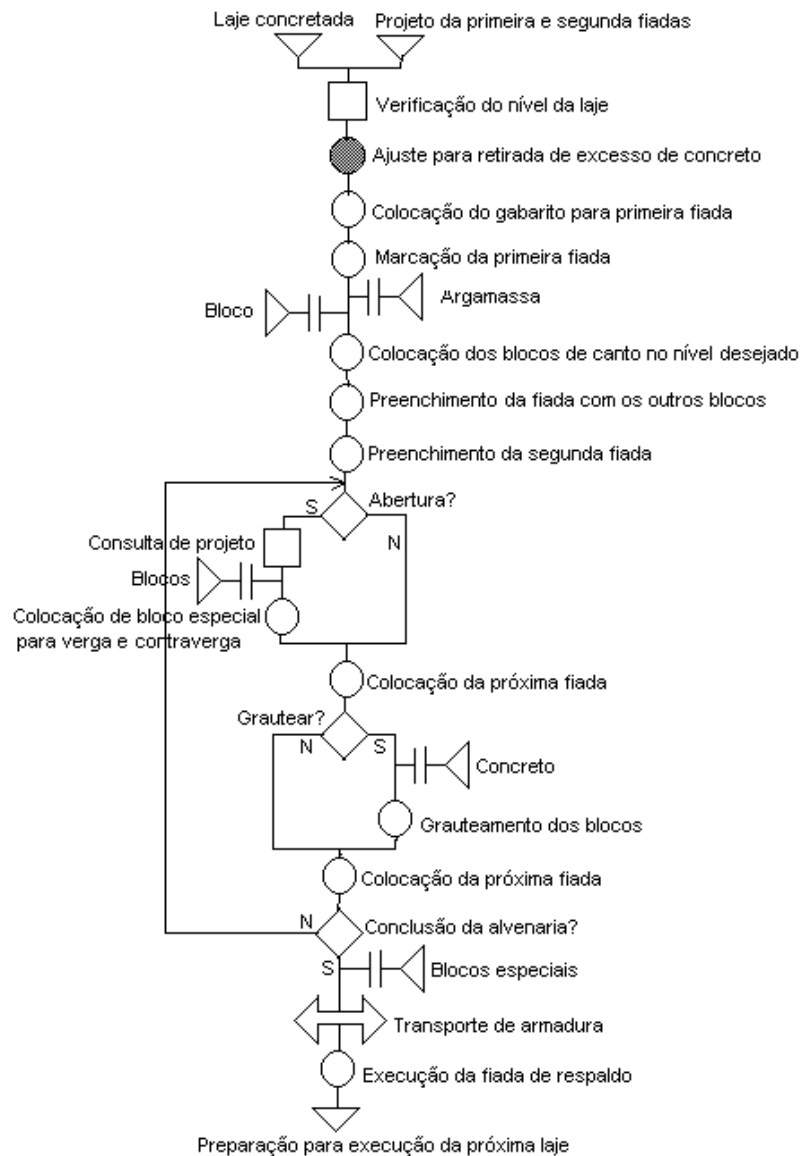


Figura 3: Fluxograma de execução da alvenaria portante.

Para a referida análise procedeu-se a verificação das normas envolvidas, bem como de referencial teórico a respeito dos requisitos de construtibilidade para o acompanhamento das lajes pesquisadas.

### 2.1. Normas técnicas analisadas

As Normas utilizadas nesta pesquisa foram:

- NBR 10837 (1989): cálculo em alvenaria estrutural;
- NBR 8798 (1985): execução de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- BS 5628 (1992) Parte 1: Seção quatro. Projeto: considerações dos detalhes;
- BS 5628 (1992) Parte 3: Seção quatro. Qualidade da mão-de-obra.

Foram observadas as considerações de projeto e qualidade da mão-de-obra pelas normas brasileira e britânica. A norma brasileira trata de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto enquanto a britânica aborda tanto os blocos quanto os tijolos cerâmicos, fazendo as devidas considerações de acordo com o tipo de material.

Ambas as normas buscam orientar a execução e controle da alvenaria por meio de condições pré-fixadas para um produto final com qualidade.

Para o cálculo, a norma brasileira difere da britânica pelo controle na execução da alvenaria. Enquanto a britânica detém-se aos detalhes de construção por ter controle sobre seus fornecedores, a brasileira trata diretamente do controle na execução da alvenaria.

A NBR 8798 (1985) aborda a execução e controle das unidades de cada material em particular. Esta norma não trata da produção de um conjunto, como uma parede, por exemplo, com suas diversas aberturas para portas, janelas, caixas de ar-condicionado e também para aberturas na laje para a passagem de *shafts*.

## 2.2. Construtibilidade











Conforme SANTOS (2000), a construtibilidade busca elevar os padrões de qualidade do produto final por meio de melhoramentos nos processos de produção e gerenciamento das partes de uma edificação.

Segundo O'CONNOR e TUCKER (1986), construtibilidade é “a habilidade das condições de projeto para permitir a utilização ótima dos recursos da construção”.

Estes conceitos auxiliam na identificação e posterior correção dos problemas de projeto, por intermédio do acompanhamento do fluxo do processo, em que se buscam soluções antecipadas para evitar que sejam tomadas em obra.

Estes problemas podem ser identificados nos fluxogramas de processos, que são elaborados a partir do mapeamento do processo e das redes operacionais. Esta ferramenta permite a compreensão do processo produtivo por meio da segmentação dos serviços em suas diversas micro-atividades, de modo seqüencial ou paralelamente a execução de outros serviços.

Os símbolos que representam estas atividades encontram-se no quadro 1.

Simbologia			
Processamento <sup>1</sup>		Movimentação	
Inspeção		Procedência não documentada	
Armazenagem		Insumo	
Transporte		Decisão	
Espera		Processamento <sup>2</sup>	

Quadro 1: Simbologia do fluxograma para mapeamento do processo.

Segundo ROMAN *et al.* (2000) as redes operacionais são obtidas a partir dos fluxogramas de processos ou das seqüências de construção descritas para os diversos serviços de construção.

Este fluxograma possibilitou representar por meio da descrição gráfica de um método de trabalho, em que cada passo de produção é representado por símbolos que formam um diagrama. É ainda uma ferramenta qualitativa de visualização do processo produtivo, que permite a racionalização, por intermédio da minimização das atividades que não agregam valor ao produto.

<sup>1</sup> Atividades que agregam valor ao produto final.

<sup>2</sup> Atividades de processamento que não agregam valor ao produto, como ajustes, conformação e acabamento.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1. Lajes

Segundo a sua forma de construção, as lajes podem ser moldadas no local ou pré-moldadas. No primeiro grupo estão as lajes maciças, nervuradas com blocos cerâmicos e protendidas. Já as lajes pré-moldadas aparecem no mercado em uma infinidade de tipos, que sofrem alterações segundo o fabricante. Os tipos verificados foram as lajes com vigotas treliçadas e blocos de isopor, maciça moldada no local e painéis treliçados, cujas principais informações podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1: Principais características das lajes observadas em edificações de alvenaria estrutural.

Tipo de laje	Obra	Área do pavimento tipo (m <sup>2</sup> )	Espessura (cm)		Número de operário na laje	Dias de montagem	F <sub>ck</sub> (MPa)	Concreto por laje (m <sup>3</sup> )
			Total laje	Concreto				
Maciça	1	331,40	15	15	24	05	25	54,0
	2	300,00	10	10	12	07	18	28,0
Vigota treliçada	1	123,28	30	04	08	08	20	22,5
Painel treliçado	1	250,52	08	05	09	09	20	21,5

As principais diferenças entre os três tipos de lajes podem ser vistas no quadro 2. As lajes pré-moldadas têm seu transporte até o pavimento de forma manual, ou seja, não foi necessário o uso de grua. No caso das lajes em painéis treliçados, estas tiveram larguras de 12,5 cm ou 25 cm o que permitiu o transporte por dois ou três operários.

Diferenças entre lajes	Moldada no local	Pré-moldadas	
	Maciça	Vigotas treliçadas	Painéis treliçados
Facilidade na concretagem			
Segurança na execução			
Rigidez estrutural			
Descontinuidade			
Consumo de fôrmas			
Consumo de escoras			
Consumo de concreto elevado			
Isolamento térmico e acústico			
Resistência ao fogo			
Vence grandes vãos			
Baixo consumo de aço			
Uso de material inerte			
Produção em central			
Muitos operários			
Rapidez na execução			
Limpeza da obra			
Estanqueidade			
Acabamento a revestir			

Quadro 2: Principais diferenças na constituição e execução das lajes pesquisadas.

##### 3.1.1. Lajes moldadas no local

Algumas atividades da laje maciça foram eliminadas nas pré-moldadas como: limpeza da fôrma; uso de desmoldante; e montagem das armaduras positivas e negativas. Neste caso as treliças já têm esta função – estas lajes só recebem armadura de distribuição para garantir o monolitismo do conjunto.

Para a laje maciça não existe a atividade colocação do material inerte constituinte do grupo montagem da laje. Nem tampouco a atividade de colocação das esperas dos pilares, por se tratar de obras em alvenaria estrutural, o mesmo pôde ser verificado nas lajes pré-moldadas.

### 3.1.2. Lajes pré-moldadas

No caso das lajes pré-moldadas as instalações foram colocadas ao final, depois de montada toda a armadura inclusive a de distribuição, com a retirada do material inerte no local ou com a quebra do pré-moldado.

### 3.1.3. As lajes pré-moldadas

São de processo transparente e de montagem rápida. Porém exigem um maior cuidado com seu manuseio para evitar acidentes por quedas, já que a laje não apresenta uma superfície plana que sirva de apoio na hora de sua montagem, como é o caso das fôrmas.

Como já foi citado, as lajes pré-moldadas não apresentam as atividades referentes ao uso de fôrmas e colocação de espaçadores. Apresentam, por outro lado, a atividade colocação do painel pré-moldado sempre no início do grupo montagem da laje. A colocação da armadura principal é substituída pelo painel pré-moldado.

A laje em painel treliçado não apresentou a atividade colocação de material inerte, grupo montagem da laje e nela foram utilizadas taliscas no lugar das mestras, grupo preparação para a concretagem.

Na elevação da alvenaria observou-se a paginação, a sequência de colocação dos materiais, o uso dos projetos, conexões entre paredes, elementos especiais como vergas e contra-vergas e colocação de elementos embutidos.

Verificou-se ainda o nivelamento da laje interferindo na marcação da primeira fiada.

## 3.2. Comparação dos requisitos de norma e os praticados em obra

Para a comparação dos requisitos de execução da edificação em alvenaria estrutural procedeu-se a construção do quadro 3, com a indicação dos pontos comuns e divergentes entre as normas pesquisadas e os praticados nas obras brasileiras.

Deve-se ressaltar que as construções em alvenaria estrutural na região sul do Brasil utilizam a norma brasileira ou a britânica, de acordo com um escritório de cálculo analisado. No caso dos procedimentos práticos utiliza-se uma mescla de recomendações de forma a possibilitar a construtibilidade da edificação, como mostra a pesquisa qualitativa realizada.

Realizaram-se comparações entre os requisitos das normas brasileira e britânica para construção em alvenaria estrutural, buscando complementar a norma brasileira no que se refere ao processo construtivo, podendo observar que tais normas apresentam parâmetros diferentes relacionados às condições ambientais e culturais de seus países de origem.

No Brasil não há ocorrências de abalos sísmicos ou variações excessivas de temperatura, como na Inglaterra. Estas considerações influenciam as normas técnicas destes países relacionadas às construções em alvenaria estrutural. Destaca-se que na hora de projetar deve-se utilizar apenas um tipo de norma para evitar choques entre as considerações de cada uma delas.

As edificações em concreto armado fazem parte da cultura brasileira, enquanto que nos Estados Unidos e Europa a alvenaria estrutural é dominante. Uma situação que está mudando no Brasil, uma vez que se podem verificar os ganhos provenientes desse método produtivo na otimização dos recursos de construção.

A norma brasileira é omissa quanto a alguns requisitos de cálculo, deixando de fazer muitas considerações como a de paredes e vigas trabalhando junto e a ação de cargas laterais, principalmente cargas devidas ao vento.

Parte desta omissão deve ser decorrente do fato do Brasil estar numa situação geográfica privilegiada pela não incidência de terremotos, ventos fortes ou outras catástrofes climáticas. Situações estas que exigem maior segurança quando do projeto das estruturas.



Sugere-se complementar a norma brasileira com o cálculo dos momentos relacionados à ação do vento na estrutura, uma vez que existe a NBR 6123 (1985) que faz considerações a respeito das formas de incidência do vento no Brasil.

Item	Requisitos de Norma		Lajes				
	NBR	BS	M 1	M 2	VT	PT	
<b>Implantação (BS 5628: Parte 3:28 e NBR 8798 – 4.2.5.)</b>							
A base para assentamento deve ser plana e em nível, com variação inferior a 2,5 % .							
A marcação horizontal deve ser executada de acordo com o especificado em projeto, com fiadas assentadas com fios flexíveis (brasileira) ou fita de aço (britânica).							
Na marcação horizontal os ângulos são determinados com instrumentos óticos e as curvas marcadas por prego ou serradas com triangulação do local.							
As projeções das medidas e a espessura da parede devem ser marcadas com pequenos cortes.							
A marcação vertical deve ser obtida com fio de prumo ou gabarito modular.							
Para a marcação vertical é indicado o uso de instrumentos como referência de nível, com as informações importantes fixadas em altura conveniente.							
Indica-se a proteção das aberturas com concreto.							
As alturas das aberturas devem ser marcadas com cortes no topo da unidade de referência.							
<b>Armazenagem (BS 5628:Parte 3:30 e NBR 8798 – 4.1.5.)</b>							
Todos os materiais devem ser protegidos em locais: longe do solo; da umidade e de intempéries;separados por tipo ou ordem de chegada para evitar a contaminação; de forma a possibilitar a inspeção;devem ser utilizados em ordem cronológica de recebimento.							
Os blocos devem ser armazenados em pilhas, assim como o cimento e a cal hidratada.							
Os blocos devem ser armazenados em pilhas de até 2m de altura e 5m de comprimento.							
As pilhas devem ser estáveis e que os blocos de concreto e de silicato de cálcio devem ter livre circulação de ar.							
Só deve colocar as pilhas sobre a laje quando esta já tenham resistência suficiente para suportar o peso dos blocos.							
Estas devem ser distribuídas nos pavimentos de forma a não sobrecarregar a estrutura.							
Os agregados devem ser estocados em baias.							
<b>Preparo, mistura e uso de argamassa (BS 5628:Parte 3:31 e NBR 8798 – 4.2.1.)</b>							
O transporte das argamassas e grautes deve ser realizado de forma que os materiais não sofram evaporação, perda de constituintes ou segregação dos materiais.							
Em dias quentes é recomendado o uso de panos e/ou sacos úmidos sobre as caixas.							
Cuidados com o graute utilizado.							
Quanto às armações não podem ser empregados na obra aço de qualidades diferentes sem a aprovação do projetista: 1. as barras de aço devem ser limpas de substâncias prejudiciais a sua aderência; 2. as dobras devem ser feitas com os raios de curvatura previstos em projeto; 3. as da Classe B devem ser sempre dobradas a frio e não podem ser soldadas; 4. as emendas devem ser feitas de acordo com o especificado, as com solda devem ser por pressão ou com eletrodo.			As obras não atenderam ao item 2				
O escoramento deve ser dimensionado e construído seguindo recomendações da NBR 7190, estruturas de madeira.							
Onde não se admite pontalete de madeira com diâmetro ou menor lado da seção retangular inferior a 5 cm (madeira dura) ou 7cm (madeira mole).			Escoras metálicas				
Quando possuírem mais de 3m de comprimento devem ser contraventados.							
Estes pontaletes só podem ter uma emenda que não deve estar no terço médio.							

Quadro 3: Comparação entre os requisitos da norma e os praticados nas obras.

<b>Execução da alvenaria (BS 5628:Parte 3:32 e NBR 8798 – 4.2.5.)</b>						
Na elevação da alvenaria as fiadas devem ser regulares, com juntas na horizontal em distâncias não inferiores a ¼ do comprimento (ou 75mm do bloco).						
A medida que a alvenaria vai sendo elevada deve ser verificado seu alinhamento.						
A argamassa deve ser assentada em local limpo e livre de agregados, graxa ou pó. Deve-se utilizá-la antes do início da pega ou perda da trabalhabilidade.						
Nos dias quentes a superfície de assentamento dos blocos deve ser levemente umedecida antes da aplicação.						
O excesso de argamassa retirado das juntas pode ser remisturado com a argamassa fresca.						
A espessura das juntas na horizontal e na vertical deve ter 10 mm. A norma brasileira permite uma tolerância dimensional de 3mm.						
Os blocos de concreto devem ser assentados sobre fiadas já compostas, com um mínimo de movimentação para ajuste de posição, principalmente com relação ao cisalhamento da argamassa fresca.						
Desta forma os ajustes para alinhamento, prumo e nivelamento devem ser feitos com martelo durante o período de boa trabalhabilidade da argamassa.						
Nos locais secos as camadas de argamassa devem ser colocadas em comprimentos menores para limitar a perda de água da mesma antes da próxima fiada ser colocada.						clima tropical úmido
<b>Fixadores e embutimentos (BS 5628:Parte3:34 e NBR 10837 – 5.4.2)</b>						
Não permite o uso de aberturas e canalizações embutidas horizontalmente nos pilares e paredes resistentes.						
<b>Supervisão (BS 5628:Parte 3:36 e NBR 8798 – 6)</b>						
A resistência a compressão deve ser comprovada no caso da argamassa e do graute por ensaio de cilindros moldados e rompidos de acordo com a norma.						
Para os componentes a comprovação dá-se por ensaio de prismas cheios ou ocos (NBR 8215).						
<b>Detalhes construtivos (BS 5628:Parte 3:33 e NBR 10837)</b>						
As juntas de movimentação devem estar limpas, secas e com sua superfície livre de material solto.						
A aplicação de selante deve seguir instruções do fabricante.						
As juntas de dilatação são utilizadas quando a deformação for efeito da temperatura, usadas a cada 20m em planta, e as juntas de controle vertical são as que permitem os deslocamentos devidos à retração e variações da temperatura.						
Estas últimas colocadas em locais onde as alturas ou espessuras das paredes variam bruscamente.						
As peças angulares, soleiras, vergas, arcos e conexões entre paredes, são construídas de forma a manter a medida e verticalidade do trabalho a continuar.						
A verga deve ter apoio na parede no lado das aberturas, devendo ser forrada com argamassa.						
Quando de concreto pré-fabricado só é colocada na parede seca para evitar quebras. Se feita no local deve ter forma que apoie a peça tempo suficiente para desenvolver a resistência adequada.						

Quadro 3: Comparação entre os requisitos da norma e os praticados nas obras - continuação.

A NBR 8798 (1985) traz mais discriminações a respeito das condições de armazenagem, inclusive para aditivos e aço do que a britânica. Porém com relação aos blocos a BS 5628 (1992) possui especificações para diferentes tipos de blocos e requisitos para empilhamento na laje.

A norma brasileira entretanto não trata da qualidade da mão-de-obra, pois ela aborda especificamente a qualidade do produto. Neste caso a norma britânica está mais evoluída por existir uma parceria entre cliente e fornecedor com a utilização de materiais de qualidade comprovada.

Ambas não tratam da questão materiais industrializados, pois transferem responsabilidade no uso destes para o fabricante por meio das recomendações contidas nas embalagens.

A norma britânica indica os traços de argamassa a utilizar, enquanto a brasileira não cita proporção alguma, logo em obra a equipe técnica toma a decisão que achar mais conveniente não explorando uma argamassa que tenha uma consistência adequada e seja econômica ao mesmo tempo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a segmentação do processo construtivo dos tipos de lajes pesquisados pode-se observar cada micro atividade constituinte e desta forma melhor programar a sequência de execução das lajes em questão.

As lajes pré-moldadas apresentaram processo otimizado, pela padronização e modulação das peças e facilidade de montagem, pois dispensam o uso de fôrmas. Porém, necessitam de cuidado no manuseio para não danificar a peça e para evitar acidentes por quedas.

A inversão na sequência construtiva para a laje com vigota treliçada levou a aumento de tempo para a totalização do processo e a prejuízos estruturais, pois as instalações elétricas e as caixas de passagem foram colocadas após a colocação dos pré-moldados e da armadura de distribuição dos mesmos, com o conseqüente deslocamento das barras de aço. A atividade de montagem dos eletrodutos foi dificultada pela passagem destes embaixo das treliças e também pela passagem de armaduras de distribuição neste mesmo espaço.

A laje com painel treliçado apresentou atividade de processamento complementar, o que levou a demoras no grupo montagem da laje, por apresentarem barras de aço complementares, como a armadura positiva. Devido à impossibilidade de espaço destas serem introduzidas na base do pré-moldado, foi necessário que fossem dispostas a baixo das treliças em toda a extensão do vão.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 10837**: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro: Nov., 1989. 20p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 8798**: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto: Procedimento. Projeto 02.323. Rio de Janeiro: Fev., 1985. 29p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações: procedimento. Rio de Janeiro: 1988. 110p.

O'CONNOR, J. T., TUCKER, R. L. Industrial project constructability improvement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n. 1, p.69-81, Mar., 1986.

ROMAN, H. R., *et al.* Alvenaria estrutural - capacitação empresarial. **Módulo 1: administrador de obras**, CD, Florianópolis, 2000.

SANTOS, D. G. **Análise construtiva dos tipos de lajes utilizadas nos sistemas estruturais nas edificações em Florianópolis**. 2000. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

