

Monografia

Sistemas de juntas de trabalho em estruturas pré-moldadas de concreto armado e alvenaria convencional: Estudo de caso UEMG – FRUTAL.

Autor: Diego Ribeiro Inacio

Orientador: Abdias Magalhães Gomes

Belo Horizonte

2011

DIEGO RIBEIRO INACIO

**Sistemas de juntas de trabalho em estruturas pré-moldadas de
concreto armado e alvenaria convencional: Estudo de caso
UEMG - FRUTAL**

Monografia apresentada ao Curso
de Especialização em Construção Civil da
Escola de Engenharia da UFMG como
requisito para obtenção do título de pós-
graduado em Gestão, Perícia e Avaliação
Imobiliária sob a orientação de Abdias
Magalhães Gomes.

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, responsável por mais esta vitória, aos familiares e amigos pelo apoio, a Panda Engenharia, pela colaboração e apoio, aos professores e colegas de curso pela dedicação e amizade.

SUMÁRIO

1. - Introdução.....	8
2. - <i>Objetivos Gerais</i>	9
3. - Metodologia	10
3.1. – Revisão de Literatura	10
3.1.1.- Definição de Junta de Trabalho	10
3.1.2.- Definição de Estrutura Pré Moldada	10
3.1.3.- Definição de Alvenaria Convencional ou de vedação.....	17
3.1.3.1- Procedimentos para Aquisição de Materiais	17
3. 4. - Estudo de Caso	27
3.4.1- Sistema Utilizado Prédio UEMG Frutal Bloco A	27
3.4.1.1 Patologias Ocorridas	28
3.4.2- Sistema Utilizado Prédio UEMG Bloco B.	30
3.4.2.1. Soluções adotadas para resolução das patologias.	30
4. - Conclusões	40
5. - Referencias Bibliográficas	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Estrutural em Pórticos	12
Figura 2 – Ligação Viga-Pilar Pré Moldados	14
Figura 3 – Equipamento para Ensaio de Pré Moldados	16
Figura 4 - Prédio Bloco A UEMG Frutal.....	27
Figura 5 – Fissura Horizontal	28
Figura 6 - Fissura Horizontal e Vertical	29
Figura 7 – Perfil Metálico e EPS Fixados no Pilar.....	30
Figura 8 – Execução de Alvenaria	31
Figura 9 – Junta Vertical em perfil metálico	32
Figura 10 – Procedimento executivo bonecas de portas	33
Figura 11– Batente de porta fixado.....	34
Figura 12 - Juntas em portas	35
Figura 13 - Junta Horizontal	36
Figura 14 – Painéis Estrutura Pré Moldada x Alvenaria Convencional	37
Figura 15 – Montagem Estrutura Pré Moldada	38
Figura 16 – Execução Painéis de Alvenaria	38
Figura 17 – Execução de Acabamento nas fachadas	39
Figura 18 – Prédio Bloco B UEMG Frutal Corredor Externo	39
Figura 19 – Prédio Bloco B UEMG - Frutal	40

RESUMO

Em meados de 2006, foi aprovado para a cidade de Frutal, no triângulo mineiro, a instalação de um campus da Universidade estadual de Minas Gerais – UEMG, com a necessidade de construção das instalações iniciais chamada de Bloco A, em um curto espaço de tempo, e devido a isto optou-se pela estrutura pré-moldada, que é o método construtivo que além do alto padrão de qualidade alcançado nas centrais de produção proporciona execução de obras em prazos mais compactos, porém a opção de vedação e divisão dos ambientes da estrutura, foi executada em alvenaria convencional, e durante o revestimento, a construção foi tratada como estrutura convencional, e revestida como um todo sem o devido cuidado com as juntas de trabalho, ou juntas de dilatação, desta forma enrijecendo os fechamentos de vãos. As estruturas pré-moldadas, tem como uma de suas características, a grande movimentação das peças que compõem a estrutura e devido a isto ainda durante a obra e mais adiante durante o uso da edificação, surgiram várias patologias originadas da movimentação da estrutura.

No ano de 2008, iniciou-se a construção de um novo prédio chamado de Bloco B, semelhante ao primeiro, havia então a necessidade de construir um prédio semelhante, mas que não apresentasse os problemas do primeiro. Iniciou-se então por parte da empresa responsável pela construção os estudos para uma solução viável, a solução encontrada foi o uso de perfis metálicos fixados à estrutura de concreto, funcionando como ancoragem para a alvenaria, mas sem restringir os movimentos característicos da estrutura pré-moldada, esta solução será apresentada neste trabalho, bem como os problemas ocorridos no primeiro prédio.

Palavra-Chave: Estrutura Pré-Moldada.

Abstract

In mid-2006, the installation of a campus of the University of the State of Minas Gerais – UEMG was approved for the city of Frutal, located at the region called Triângulo Mineiro. Due to the necessity of the initial installations, which were called Block A, in a short period of time, it was decided by the precast structure. Besides the high quality standard of this method, it provides the end of the works in a shorter time. However, the sealing and division of the structure was done in conventional masonry. The building was treated as a conventional structure and coated as a whole, not receiving the proper care either with the work or with the expansion joints. As a result, the closures of openings were tightened. One of the features of the pre-cast structures is the big moving of the parts that compose the whole structure, and because of that, there were many pathologies arising from the movement of the structure during the construction and later, while the building was being used.

In 2008, it was started the construction of a new building, called Block B. There was the necessity of constructing a similar building to the Block A. This new building should not present the same problems as the first one, so the company responsible for the work started the studies in order to bring a feasible solution. The use of metallic profiles attached to the concrete structure was the solution found. Those metallic profiles acted as an anchorage for the masonry, but didn't restrict the characteristic movements of the pre-cast structure. This solution will be presented on this paperwork, as well as the problems occurred in the first building

Keyword: pre-cast structure

1. INTRODUÇÃO

Após a construção de um prédio em estrutura pré-moldado e vedação em alvenaria convencional, sem dar a devida atenção as juntas de dilatação, ainda durante a obra e principalmente depois surgiram varias patologias, decorrentes da movimentação da estrutura e do enrijecimento do revestimento, para a construção de um novo prédio com as mesmas características, partimos da premissa de construir sem incorrer nos mesmos erros, encontramos a solução de juntas de dilatação com perfis de aço e vedação com materiais flexíveis que apresentamos neste trabalho, que julgamos mais adequada para situação e que nos proporcionou resultados satisfatórios.

As juntas de movimentação têm por função absorver as variações das dimensões do painel de alvenaria e das peças estruturais de concreto armado a fim de evitar a compressão da estrutura e conseqüentemente patologias decorrentes desta. Estas deformações podem ter sua origem em movimentações higroscópicas (capacidade dos materiais de absorver e liberar água), modificando o volume quando varia o conteúdo de umidade; em variações de temperatura; ou em processos químicos, como reações de expansão de materiais presentes nas juntas, estrutura e ou blocos. Cada movimento é controlado em alguma extensão pelo grau de restrição ao qual a estrutura está submetida. Aliás, o efeito real do movimento para o mesmo, nível de restrição pode variar de acordo com a forma geral do prédio e em muitos casos não pode ser quantificado. Pela quantidade de fatores envolvidos, a definição da magnitude das deformações que sofre a estrutura é um problema complexo que não pode ser resolvido pela simples adição ou subtração dos valores individuais de movimento térmico, movimento por variações de umidade, fluência, deformação imposta e etc.

2. Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo apresentar o sistema de juntas de dilatação adotado na construção de um prédio da UEMG no campus Frutal, a fim de evitar patologias ocorridas em prédio semelhante no mesmo campus.

3. Metodologia

O presente trabalho foi organizado e desenvolvido através das seguintes fases:

3.1. Revisão de Literatura

3.1.1. Definição de Junta de Trabalho

Uma junta de dilatação pode ser definida como sendo uma separação entre duas partes de uma estrutura para que estas partes possam movimentar-se, uma em relação à outra, sem que haja qualquer transmissão de esforço entre elas.

Quando se fala em junta de dilatação, visualizamos uma separação entre dois blocos de um prédio ou entre lances de uma ponte. Entretanto, são também juntas aquelas que separam placas de pavimentação, panos de revestimento de elementos pré - moldados, etc. As juntas diferenciam-se pela amplitude do movimento, e o tratamento que recebem para vedá-las em função da ordem de amplitude desses movimentos, a fim de evitar patologias oriundas de fissuras e infiltrações.

3.1.2. Definição de Estrutura Pré moldada de Concreto.

Uma estrutura feita em concreto pré-moldado é aquela em que os elementos estruturais: lajes, pilares, vigas etc., são moldados em central com alto grau de controle tecnológico e posteriormente montados, podem ser fabricados em central montada na obra ou em indústrias do ramo e posteriormente transportadas para a obra. Também conhecidos como estrutura pré-fabricada. Os pré-moldados são de maior agilidade nas obras, trazem economia dos materiais e mão de obra. E também da qualidade do concreto e armações que são calculadas e acompanhadas de perto por especialistas. Quanto mais rápido a obra estiver pronta, menores serão os gastos e mais rápido será o retorno. Aliando o projeto ao método construtivo, podem-se ter vãos maiores, usando menos material e pés direitos amplos. Considerando ainda que após a

cobertura a obra toda possa ser finalizada no seco longe das intempéries. Esse método construtivo revolucionou a construção na Europa. Após a última grande guerra foi necessária a reconstrução das cidades rapidamente. O uso dos pré moldados foi aplicado em larga escala, resolvendo o problema com eficiência e ganhando confiança por lá. Aqui no Brasil com a vinda das empresas estrangeiras vem ganhando mercado aos poucos. Hoje a construção de pré moldado esta sendo utilizado nas maiores obras do país como shoppings, indústrias, supermercados, hospitais, pontes etc.

Hoje em dia, existe falta de mão de obra especializada na construção civil, assim o uso do pré moldado ganhou espaço facilitando a vida daqueles que precisam construir.

A utilização do pré-moldado numa obra precisa de planejamento, principalmente se essa obra sai dos padrões convencionais dos barracões. Pode se utilizar pré-moldados para construção de casas, prédios, supermercados, igrejas, condomínios industriais, escolas, galpões, aviários, centros de eventos, silos entre outras obras de construção civil.

No Brasil, os sistemas pré-fabricados vêm conquistando espaço. Este avanço consolida o consenso de que sistemas de componentes (fundações, pilares, vigas, lajes, cobertura, fechamento lateral, etc.) atendem de modo satisfatório e eficiente, às exigências de economia, prazo e qualidade técnica requeridas por edificações destinadas a várias funções, em especial as que contemplam amplos espaços, como no caso de edifícios industriais.

Os galpões de elementos pré-fabricados de concreto, com sistema estrutural de pórticos para telhado de duas águas (Figura 1), têm sido amplamente aplicados em todo o Brasil, apresentando muito boa funcionalidade e competitividade econômica. Normalmente são destinados a indústrias, depósitos comerciais, almoxarifados, oficinas, construções rurais, etc. Estas construções caracterizam-se por serem edificações térreas, com grandes dimensões em planta, sem apoios intermediários. Tais características facilitam a modulação e a tipificação destas construções, justificando a grande parcela que elas representam no universo das construções pré-fabricadas. O sistema construtivo tem sido disseminado enormemente, sobretudo entre os

fabricantes que já produzem elementos leves, como elementos pré-fabricados para lajes de forro e piso. Dada a grande responsabilidade que se passa a assumir em estruturas que podem atingir até 30 m de vão, há necessidade de uma definição mais clara dos métodos de análise estrutural e o esclarecimento dos fabricantes e usuários sobre os cuidados imprescindíveis a serem tomados no projeto, na execução, no uso e na manutenção dessas construções.



FIGURA 1: Sistema estrutural de pórticos para telhado de duas águas.

Os pórticos, juntamente com os elementos portantes secundários, formam o esqueleto resistente do sistema construtivo, no qual são fixados os elementos de cobertura e fechamento lateral. Decompondo-se o pórtico pelos nós, tem-se elementos retos – vigas e pilares. A união destes elementos normalmente é considerada pelos projetistas na forma de ligações perfeitamente rígidas ou de ligações perfeitamente articuladas. No entanto, normalmente, as ligações entre elementos pré-moldados de concreto se comportam, de um modo mais realista, como sendo *ligações deformáveis*, cujo comportamento é diferente para cada forma ou mecanismo de ligação. A consideração da deformabilidade das ligações é muito importante para que a análise estrutural esteja o mais próximo possível do comportamento real da estrutura.

É dentro deste contexto que se insere a pesquisa desenvolvida por SOARES (1998). Pelo seu desenvolvimento, buscou-se uma avaliação mais verossímil do comportamento do sistema estrutural de pórticos planos de elementos pré-fabricados de concreto, considerando a deformabilidade de suas ligações, o que poderá, inclusive, proporcionar melhoramentos para os sistemas construtivos existentes comercialmente. Para isto, foram realizados ensaios físicos e simulações numéricas (com o emprego do Método dos Elementos Finitos) para o estudo da deformabilidade das ligações e da sua influência na magnitude e na distribuição dos esforços solicitantes. É sabido que as ligações entre o *pilar e a fundação*, entre a *viga e o pilar* e entre as *vigas* são todas, em maior ou menor grau, parcialmente rígidas. Para o desenvolvimento de uma análise aprofundada sobre o comportamento de um sistema construtivo deve ser realizado um estudo de todas as ligações nele presentes e suas influências no comportamento deste sistema. A pesquisa desenvolvida por SOARES (1998), contudo, teve como limitação de abrangência, o estudo apenas da ligação *viga-pilar executada através de consolo e chumbador* (Figura 2), usualmente empregada nas estruturas dos galpões. A ligação viga-viga foi tratada como uma articulação e os pilares foram considerados engastados na fundação.



FIGURA 2: Ligação viga-pilar executada através de consolo e chumbador.

Muitos trabalhos relacionados à rigidez parcial das ligações entre elementos pré-moldados de concreto foram e estão sendo desenvolvidos no exterior. No Brasil, contudo, esta linha de pesquisa ainda está em fase inicial. Wilson e Moore, que em 1917 realizaram testes para determinar a rigidez de ligações viga-pilar rebitadas em estruturas metálicas, são considerados os pioneiros no estudo das ligações semi-rígidas. No âmbito das estruturas pré-moldadas de concreto cita-se, como precursor, o programa de pesquisa experimental em ligações de estruturas pré-moldadas de concreto realizado na década de 60 pela Portland Cement Association (PCA). Depois dele outros estudos foram realizados. Dentre eles convém mencionar o projeto PCISFRAD (Specially Funded Research and Development), fundado em 1986 com um programa de pesquisa intitulado “*Moment Resistant Connections and Simple Connections*”. Em 1990 a indústria de pré-moldados da França (French Precast Concrete Industry) iniciou um programa de pesquisa intitulado: “*Investigation of the*

Behaviour of the Semi-rigid Connections”. Ensaios relacionados à ligação em estudo não foram encontrados na literatura. No entanto, ENGSTROM (1985) realizou testes em modelos em escala natural, da *ligação viga-pilar articulada realizada com apoio da viga sobre o pilar com elastômero não fretado e chumbador*. Esta ligação é semelhante a estudo. FERREIRA (1997) em seu trabalho de Doutorado, que se encontra em andamento, está realizando ensaios de cisalhamento, flexão e torção em modelos desta ligação. Existe também uma grande preocupação por parte dos pesquisadores em estudar não só o comportamento das ligações semi-rígidas, mas a influência de sua rigidez parcial na estabilidade das estruturas pré-moldadas de concreto. Isto porque na maioria das vezes, as ligações viga-pilar nestas estruturas são consideradas articulações e na verdade elas possuem, em maior ou menor grau, uma certa rigidez. LINDBERG & KERONEN (1992) desenvolveram um estudo da estabilidade de pórticos pré-moldados de concreto comumente utilizados para a execução de indústrias e galpões comerciais, cujas ligações viga-pilar são executadas com aparelhos de apoio de elastômero. VIRDI & RAGUPATHY (1992) realizaram uma série de ensaios em estruturas pré-moldadas de concreto para estudar sua estabilidade, utilizando 5 tipos de ligações viga-pilar diferentes. ELLIOTT et alii (1992) realizaram 14 ensaios, em escala natural, em ligações laje-viga-pilar para obter seus diagramas momento-rotação. Com a rigidez parcial das ligações determinada, os autores desenvolveram um estudo teórico para avaliar a influência da semi-rigidez das ligações na estabilidade da estrutura.

Esquema de ensaio

Duas ilustrações do esquema de ensaio de vigas pré moldadas são dadas na Figura 5. O carregamento foi aplicado de baixo para cima com o auxílio de um macaco hidráulico com capacidade de 600 kN. A força aplicada por este equipamento foi transmitida para a base do consolo através de uma chapa metálica. A base do consolo foi comprimida pela chapa metálica, fazendo este,

por sua vez, solicitar as vigas com extremidades apoiadas no pórtico de reação, ocasionando a flexão da ligação. Para apoiar as vigas no pórtico de reação utilizaram-se placas de neoprene.

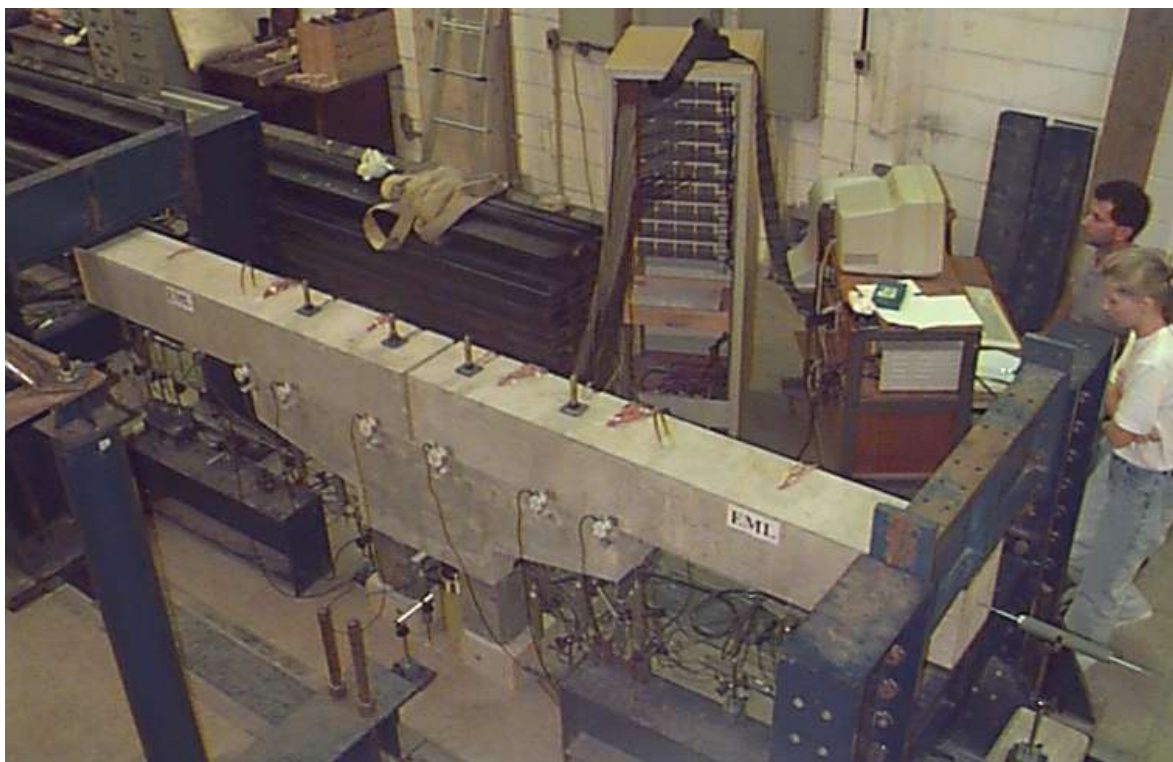


FIGURA 3: Equipamento de ensaio.

3.1.3. Definição de Alvenaria convencional ou de Vedação.

A alvenaria de vedação é um sistema construtivo em que o bloco desempenha a função de fechamento de uma estrutura e também faz a função de divisão de ambientes.

A alvenaria de vedação com blocos de concreto oferece algumas vantagens em relação a outros sistemas tais como: modularidade (facilidade de execução), precisão dimensional, execução racional, maior economia final da edificação, elevada resistência e durabilidade.

3.1.3.1. Procedimento para Aquisição (Especificação, Inspeção, Recebimento, Armazenamento e Manuseio).

- Objetivos Principais do Sistema

Estabelecer um procedimento padrão para aquisição de materiais de construção diversos, baseado em requisitos definidos e documentados, estabelecendo-se uma metodologia para especificação, inspeção, recebimento, armazenamento e manuseio dos mesmos. O conhecimento e a observância de procedimentos de especificação e inspeção na compra de materiais nos trazem as seguintes vantagens:

- Comunicação correta entre compradores e fornecedores, reduzindo-se eventuais desentendimentos.
- Rastreabilidade de componentes, objetivando a gestão da qualidade.
- Comparação entre diferentes fornecedores de materiais similares, possibilitando a elaboração de um cadastro de fornecedores qualificados, ou seja, não somente no atendimento de variáveis como preço ou prazo de entrega, mas também com relação à conformidade dos produtos às normas existentes

- Procedimentos para aquisição que devem constar da ordem de compra (O.C.):

- Número das normas pertinentes (Informar que o bloco deverá estar em conformidade com as normas da ABNT).
- Classe do bloco (Classe e especificação).
- Dimensões Nominais e as dimensões coordenadas / Blocos Modulares.
- Informar se bloco será destinado à alvenaria aparente.
- Resistência características à compressão dos blocos.
- Quantidade de blocos por dimensões (a unidade de compra é o bloco).
- Se a descarga está ou não inclusa no fornecimento.
- Aviso constando que os blocos de concreto (lotes) que não atenderem às especificações serão devolvidos.
- Local de entrega e outras condições particulares especificadas no projeto.

Obs.: Antes de efetuar o pedido, faça uma programação com antecedência da entrega dos blocos, evitando atrasos, falta de peças e outros inconvenientes.

- Formação de lotes

Os lotes devem ser identificados pelo fabricante no documento de entrega, que traz a identificação da resistência característica à compressão e idade do seu atendimento, data de fabricação e número de identificação do lote de fábrica.

Deverão ser produzidos pelo mesmo fabricante, sob as mesmas condições e com os mesmos materiais.

A COMAT – Sinduscon-MG sugere que cada caminhão seja considerado um lote para efeito de inspeção, desde que constituído de um único tipo de bloco. Desde que não ultrapasse 20.000 blocos e nem 1000 m² de parede.

Classificação

- Quanto ao uso

Os blocos vazados de concreto devem atender, quanto ao seu uso, à seguinte classe:

- Classe D – Sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

- Quanto à resistência

Os blocos vazados de concreto devem atender, quanto à resistência característica à compressão, às classes de resistência mínima, conforme a tabela 3 da NBR 6136:2006, que estabelece para a classe D $f_{bk} \geq 2,0$ MPa.

Especificação

- Dimensões

As dimensões reais dos blocos vazados de concreto, modulares e sub-modulares devem corresponder às dimensões constantes na tabela 1(NBR 6136:2006). Os blocos cujas dimensões não estão contempladas naquela tabela podem ser aceitos, desde que atendam às definições da seção 3 da NBR 6136:2006.

Tabela 1: Dimensões Reais– (extraída da NBR 6136)

Famílias de blocos												
Designação	Nominal	20	15			12,5			10			7,5
	Módulo	M -20	M - 15			M - 12,5			M - 10			M -7,5
	Amarração	½	½	½	½	½	1/3	½	½	1/3	½	
	Linha	20x40	15X40	15X30	12,5X40	12,5X25	12,5X37,5	10X40	10X30	10X30	7,5x40	
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65	
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390	
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	90	-	190	
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190	-	
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90	-	
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290	-	
	compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	-	90	
	compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	-	40	

- Tolerâncias dimensionais de +/- 3 mm para a altura e comprimento e +/-2 mm para a largura, permitidas conforme NBR 6136:2006.
- Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com as normas da ABNT NBR 5706 e ABNT 5726.
- A tolerância permitida nas dimensões das paredes dos blocos é de 1,0 mm para cada valor individual, devendo obedecer ao disposto na NBR-6136:2006, conforme reproduzido na tabela 2:

Tabela 2: Designação por Classe, largura dos blocos e espessura mínima das paredes dos blocos (Conforme NBR 6136)

Classe	Designação	Paredes longitudinais mm	Paredes transversais	
			Paredes ¹ mm	Espessura equivalentes ² Mm/m
D	M-7,5	15	15	113
	M-10	15	15	113
	M-12,5	15	15	113
	M-15	15	15	113
	M-20	15	15	113

¹ Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.

² Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

- Inspeção visual e aceitação preliminar

A inspeção visual deverá ser realizada antes e durante o descarregamento, sendo verificado os seguintes itens:

Os blocos devem ser homogêneos e compactos, não quebrar com facilidade, ter arestas vivas, não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitida qualquer reparo que oculte defeitos eventualmente existentes no bloco.

- Verificações e ensaios

É indispensável à realização dos ensaios dos blocos vazados simples de concreto em laboratórios autorizados, qualificados ou acreditados, sendo que a realização dos ensaios abaixo não isenta esta exigência.

Este procedimento não isenta e não substitui a observação e o atendimento das normas da ABNT.

1. Colher, para fins de ensaio, aleatoriamente blocos que constituirão amostra representativa de todo o lote do qual foram retirados.
2. As amostras devem ser identificadas antes de serem remetidas a um laboratório para execução dos ensaios acordados entre o comprador e fornecedor;
3. Os ensaios a serem executados são: - Resistência á compressão – Análise dimensional, absorção de água e área líquida, conforme ABNT NBR 12118:2006 – Retração linear por secagem, ABNT NBR 12118:2006 e para blocos aparentes o ensaio de permeabilidade, conforme preconiza o item 6.4.5 da NBR 6136:2006.
4. Os blocos predominantes do lote que compõe a alvenaria, geralmente aqueles denominados como “inteiro” na tabela 1. Quando os blocos predominantes forem de outra denominação, estes igualmente podem constituir amostra para ensaio, de acordo com critério estabelecido entre comprador e fornecedor;
5. Os blocos não predominantes, conforme os conjuntos de componentes de alvenaria, que interagem modularmente entre si e com outros elementos construtivos, quando solicitada sua verificação através de ensaios, devem ser submetidos apenas aos ensaios de análise dimensional, absorção e permeabilidade, conforme norma da ABNT 12118.

6. O tamanho da amostra deve ser definido conforme a tabela 3 a seguir.

TABELA 3: Tamanho da amostra

Número de blocos do lote	Número de blocos da amostra		Número mínimo de blocos para ensaio dimensional e resistência à compressão		Número de blocos para ensaios de absorção e área líquida
	Prova	Contraprova	Critério estabelecido em 6.5.1 NBR 6136:2006	Critério estabelecido em 6.5.2 NBR 6136:2006	
Até 5 000	7 ou 9	7 ou 9	6	4	3
5 001 a 10 000	8 ou 11	8 ou 11	8	5	3
10 00 a 20 000	10 ou 13	10 ou 13	10	6	3

Aceitação e rejeição

- Aceitação

- O lote deve ser aceito sempre que, atender o disposto na NBR 6136:2006, conforme itens 7.1 alíneas **a**, **b** e **c** que se referem a critérios visuais, dimensões reais e características físicas mecânicas.

- Rejeição

- Se os resultados da inspeção visual que trata no item 7.1 da NBR 6136:2006 conduzirem à rejeição de 10% ou mais dos blocos do lote, este deve ser rejeitado em sua totalidade. Será facultada a substituição,

pelo fornecedor em comum acordo com o comprador do lote em exame de até no máximo 10% de componentes recusados.

- Se os resultados de ensaios de laboratórios não satisfazem as prescrições do item 7.1 alíneas b e c, deverá se fazer a contraprova. Se os novos resultados atenderem às exigências da NBR-6136:2006, o lote será aceito.

Aplicação

- Estando o lote aprovado na inspeção visual de acordo com o item 7.2 da NBR 6136:2006 pode-se iniciar a aplicação dos blocos antes do recebimento do resultado dos ensaios.

Armazenamento

- Os blocos de concreto deverão ser armazenados de modo a serem aplicados na ordem cronológica de recebimento.
- Armazenar os blocos sobre terreno plano e separado por tipo, isolados do solo, por meio de um lastro de brita ou qualquer outro material semelhante de modo a evitar umidade ou contaminação com outros materiais. Preferencialmente próximo ao local de transporte vertical ou de uso.
- Separar por tipo de bloco, ou seja, com mesmas dimensões e características físicas e mecânicas.
- Dimensões (largura, comprimento e espessura).
- No caso de armazenamento sobre lajes, evitar sobrecarga da mesma, evitando concentração de blocos em um mesmo ponto.

- Recomenda-se que os blocos não fiquem sujeitos a umidade excessiva, inclusive provocada por chuvas. No caso de chuva intensa, cobrir as pilhas com lonas plásticas.
- É desejável que a data da entrega e o local de estocagem sejam planejados com antecedência, evitando-se a pré-estocagem em calçadas públicas, interferência com outros serviços de obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.
- Estudar a paletização dos blocos de concreto, observando-se o empilhamento máximo de 02 paletes.
- Por motivo de segurança dos operários, fazer pilhas com amarração no empilhamento, não ultrapassando 1,6m de altura por tipo de bloco.

Manuseio

- Devem ser manuseados com as devidas precauções para não terem suas qualidades prejudicadas.
- Tomar cuidado na descarga para evitar quebras.
- Utilizar carrinho apropriado para transporte de blocos.
- Utilizar carrinho paleteiro ou grua no caso de paletização.

Definições de Termos Técnicos

1. Bloco vazado: Componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.
2. 3.11.2-Dimensões nominais: Dimensões comerciais dos blocos, indicadas pelos fabricantes, múltiplas do módulo $M=10$ e seus sub-módulos $M/2$ e $M/4$.
3. 3.11.3- Dimensões reais: Aquelas obtidas ao medir cada bloco, equivalentes às dimensões nominais diminuídas em 1cm, que correspondem à espessura média da junta de argamassa.
4. 3.11.4- Blocos modulares: Blocos com dimensões coordenadas, para execução de alvenarias modulares, isto é, alvenarias com dimensões múltiplas do módulo $M=10$ cm, e seus sub-módulos $M/2$ e $M/4$.
5. 3.11.5- Classe: Diferenciação dos blocos segundo o uso.

3.4. Estudo de Caso

3.4.1. Sistema Utilizado Prédio UEMG Frutal Bloco A.



FIGURA 4: Prédio UEMG Frutal Bloco A.

Estrutura de concreto armado pré moldado e alvenaria de vedação engastada a estrutura através de barras de aço horizontais afixadas na estrutura em concreto armado, através de adesivo epóxi, e na junta horizontal do bloco cerâmico através da argamassa de assentamento, revestimento argamassado contínuo na alvenaria e estrutura de concreto pré moldado.

3.4.1.1. Avaliação das Patologias Ocorridas



FIGURA 5:

Observa se fissura horizontal na junta da viga com a alvenaria.



FIGURA 6:

Oberva-se fissuras horizontais, nas juntas da alvenaria com a viga pré moldada, e verticais na junta da alvenaria com o pilar pré moldado.

3.4.2. Sistema Utilizado Prédio UEMG Frutal Bloco B.

3.4.2.1. Soluções adotadas para resolução das patologias.

Estrutura em concreto armado pré moldado e alvenaria convencional engastada no piso através de pilaretes verticais em concreto armado, desconectada da estrutura nas laterais através de isolamento com EPS e perfis metálicos tipo U que absorvem a movimentação da estrutura, juntas preenchidas com poliuretano, junta superior na união com a laje sem nenhuma ligação, vedação com cordão de poliuretano expandido e acabamento com poliuretano pastoso conforme descrito abaixo.



FIGURA 7:

Perfil Metálico Tipo U fixado na estrutura com auxílio de ferramenta a pólvora, o perfil tem a função de impedir os deslocamentos transversais do painel de alvenaria e absorver as dilatações longitudinais. EPS fixado no perfil através de

adesivo de contato delimita a dimensão da junta a ser mantida, evitando que o bloco seja assentado justaposto ao perfil metálico, aço fixado no piso através de adesivo epóxi, posteriormente preenchido com micro concreto juntamente com o perfil metálico impede o deslocamento transversal do painel de alvenaria.



FIGURA 8:

Os Blocos de concreto são intercalados com blocos cerâmicos, os blocos de concreto funcionam com forma para o micro concreto devido aos furos na posição vertical.



FIGURA 9:

Revestimento executado mantendo o perfil aparente.



FIGURA 10:

Bonecas de portas – Malha de aço tipo treliça fixada no batente com pregos e concretada, o perfil já deveria estar com EPS fixado de acordo com os procedimentos anteriores.



FIGURA 11:

Revestimento executado em conformidade com o procedimento anterior.



FIGURA 12: Juntas do perfil com a alvenaria e estrutura de concreto preenchidas com poliuretano.



FIGURA 13:

Junta Horizontal preenchida com cordão de poliuretano expandido e poliuretano pastoso (Não existe ligação da alvenaria com a estrutura além da vedação em material flexível).



FIGURA 14:

Painéis modulados em estrutura pré moldada, alvenaria convencional e sistema juntas de dilatação em perfil metálico e eps.



FIGURA 15: Prédio UEMG Frutal Bloco B, montagem estrutura pré moldada.



FIGURA 16: Prédio UEMG Frutal Bloco B, execução painéis de alvenaria.



FIGURA 17: Prédio UEMG Frutal Bloco B, acabamento externo.



FIGURA 18: Prédio UEMG Frutal Bloco B, Corredor externo.



FIGURA 19: Prédio UEMG Frutal Bloco B.

4. Conclusões:

Para cada situação de projeto em que se faz necessário especificar juntas, existem várias soluções possíveis. No entanto, no conteúdo do trabalho foi destacada a solução que por sua simplicidade e comprovada eficiência, apresentam-se como mais adequada. Deve-se considerar que a solução dada às juntas da estrutura é fundamental tanto na garantia da capacidade resistente da estrutura, como na racionalização da execução. Este último aspecto faz que a escolha sempre deva considerar as características do processo construtivo, para assim garantir que o construtor possa executar com qualidade e adequada produtividade o tipo de junta especificado.

Este tipo de detalhe construtivo ainda é pouco difundido entre construtores e projetistas, mas de comprovada eficiência no estudo proposto.

5. Referencias Bibliográficas

- EPUSP-ENCOL. "Recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria".
- EP/EN-1, Documento 1.1), CPqDCC/LPC, NO 20.013, EPUSP-PCC, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- ABNT NBR-5706:1977 – Coordenação modular da construção.
- ABNT NBR-5726:1982 – Série modular de medidas.
- ABNT NBR 6136:2006 – Blocos Vazados de concreto simples para Alvenaria – Requisitos.
- ABNT NBR-12118:2006 – Blocos Vazados de concreto simples para Alvenaria – Análise dimensional, determinação da absorção de água, da área líquida, da resistência à compressão e da retração por secagem - Métodos de Ensaio.

- ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland - PR1 - Prática Recomendada – Alvenaria com Blocos de Concreto.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1992). **ASTM 370 - Standard test methods of steel products.**
- CSM - Componentes, Sistemas e Máquinas para Concreto (1996). **Formas para Sistemas pré-moldados.** Jaguará do Sul. /folder/
- ELLIOTT, K. S.; DAVIES, G; MAHDI, A. (1992). Semi-rigid joint behaviour on Columns in precast concrete buildings. In: WORKSHOP ON SEMI-RIGID BEHAVIOUR OF CIVIL ENGINEERING STRUCTURAL CONNECTIONS, 1992. **Cost C1: Proceedings.** Strasbourg, France. p.282-294.
- ENGSTROM, B. (1985). Bolted beam-column connections for precast structures. In: CONNECTIONS BETWEEN PRECAST CONCRETE ELEMENTS-VTT SYMPOSIUM, 62., 1985. **Proceedings.** Sweden, Nordic Seminar. p.71-87.
- FERREIRA, M.A. (1993). FERREIRA, M.A. (1993).
- FERREIRA, M.A. (1997). **Estudo teórico e experimental de deformabilidade em ligações entre elementos pré-moldados de concreto.** São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. /em andamento/.
- CONNECTIONS, 1992. **Cost C1: Proceedings.** Strasbourg, France. p.53-63.
- LUSAS (1995). **Finite element system, version 11.** Survey, UK, FEA.
- VIRDI, R. S. ; RAGUPATHY P. (1992). Tests on precast concrete subframes with semi-rigid joints. In: WORKSHOP ON SEMI-RIGID BEHAVIOUR OF CIVIL ENGINEERING STRUCTURAL CONNECTIONS, 1992. **Cost C1: Proceedings.**