



## **MODULAÇÃO DE VÃOS DE ESQUADRIAS**

**Hugo Camilo Lucini Dr. Arq.**

Pesquisador e Consultor autônomo

Prof. Arquitetura e Urbanismo, UNIVALI, CAMPUS II,

E-mail [hlucini@melim.com.br](mailto:hlucini@melim.com.br)

### **RESUMO**

O trabalho apresenta uma experiência de pesquisa aplicada realizada para as associações Sinduscon/SP, ASBEA e AFEAL<sup>1</sup> a partir de 1998, com o objetivo de definir um sistema modulado de fechamento de vãos para edifícios em altura.

O trabalho relata a abordagem metodológica realizada a partir das necessidades e exigências particulares das associações envolvidas, considerando tanto a falta de experiências semelhantes anteriores no Brasil como a diversidade de usuários finais: empresas construtoras, profissionais de projeto e fabricantes de esquadrias.

A experiência analisada desenvolve em forma paralela tanto uma abordagem global da problemática da coordenação modular na construção como o tratamento específico dos sistemas de vãos para esquadrias, particularmente em alumínio, considerando o problema dos sistemas construtivos utilizados, do dimensionamento dos vãos e esquadrias, da compatibilidade tecnológica entre elementos, do posicionamento na alvenaria e fachadas e da padronização de soluções.

Os resultados obtidos estão sendo adotados pelas associações, inicialmente em São Paulo, para caracterizar o conjunto de sistemas de esquadrias e vãos modulares de utilização padrão junto a alternativas técnicas de produção e colocação em obra. Para possibilitar a sua aplicação prática o processo está sendo divulgado como “Manual Técnico de Modulação de Vãos de Esquadrias” pela Editora Pini.

### **1. PROCESSO DE MODULAÇÃO DE VÃOS DE ESQUADRIAS**

O presente trabalho apresenta o processo e os resultados de pesquisa aplicada realizada como consultoria junto à Comissão Técnica formada pelo Sinduscon/SP, Afeal e Asbea dirigida a solucionar o problema de compatibilidade tecnológica e dimensional de esquadrias em edifícios em altura. Essas associações desenvolveram, de 1998 ao 2000, dinâmica de trabalho conjunto com o objetivo de solucionar em forma integrada o problema da especificação, projeto e execução de sistemas de vãos de esquadrias para edifícios, particularmente em altura.

O processo proposto para atender os objetivos da Comissão Técnica contemplava a aplicação de princípios de coordenação modular para facilitar tanto a definição de dimensões válidas para vãos e esquadrias como para garantir a compatibilidade tecnológica entre as diversas partes do sistema construtivo e os fechamentos.

---

<sup>1</sup> Sindicato da Indústria da construção de São Paulo; Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura e Associação dos Fabricantes de Esquadrias de Alumínio.

O estudo resultante desenvolve sistemas de posicionamento e tolerâncias em função da alvenaria a utilizar, e define um conjunto de vãos e esquadrias modulares reunidos num catálogo que apresenta as escolhas realizadas pela Comissão Técnica respondendo às exigências produtivas e de mercado das associações. Apresenta também um sistema de execução de vãos e de fixação de esquadrias elaborado por uma das empresas participantes da Comissão Técnica, de acordo a normas vigentes.

## **2. COORDENAÇÃO MODULAR COMO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO DE PROJETO E PRODUÇÃO**

A coordenação modular é uma ferramenta de diálogo dimensional entre os participantes da produção de edificações. Pode servir para definir séries de produtos, garantir o posicionamento coerente dos mesmos no projeto, e a sua colocação em obra sem ajustes nem re-trabalho. Estabelece na realidade um “acordo tecnológico” entre as partes envolvidas na produção desde o projeto dos componentes e sua fabricação, passando pelo projeto do edifício e culminando na execução da obra.

Esse “acordo tecnológico” possibilita ganhos de produtividade e economia consideráveis e crescentes quando o sistema de coordenação modular é aplicado em forma conjunta pelos agentes da produção de edificações, na medida em que possibilita a passagem de uma fase de produção artesanal para outra de montagem em projeto e obra (MASCARÓ, 1976).

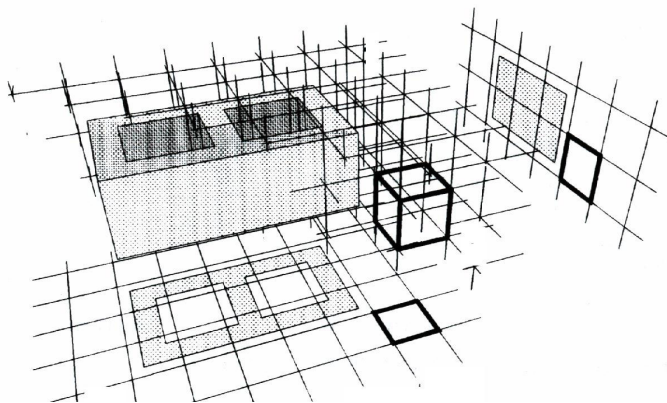
O processo de mudança do artesanal (entendido como a solução de problemas no canteiro) para a montagem em projeto e obra (entendida como a predefinição ajustada de soluções ambientais e tecnológicas) não significa em momento algum a utilização obrigatória de tecnologia avançada, mas a racionalização integrada e transparente de técnicas e processos (LUCINI, 1995). Pode se aplicada, como acontece em países europeus, para garantir a utilização de tecnologias e materiais regionais, através da produção modular integrada de componentes e sua especificação em projeto e obra (CROCKER, 1971).

A recuperação de técnicas tradicionais dentro de um novo paradigma produtivo permite colocar essas tecnologias no patamar de produtividade necessário para responder às atuais exigências de qualidade e produtividade e garantir a competitividade frente às novas tecnologias, por exemplo, de produção industrializada e montagem a seco (BOLOGNA, 1995).

Os sistemas de vãos e esquadrias, dentro desse contexto, ganham, a partir da adoção de processos modulados, um nível de racionalização considerável com independência do sistema construtivo adotado na construção, dando total autonomia à produção da esquadria com respeito a sua colocação em obra, o que significa ganhos em produtividade, em fábrica e em obra, aliado à redução de custos e a possibilidade de normatizar o controle de qualidade.

### **2.1 O sistema de coordenação modular**

Entende-se por **Coordenação Modular** ao sistema de dimensionamento que, organizado através de um reticulado espacial de referência com base num módulo predeterminado (10 cm), permite definir e relacionar materiais e componentes em projeto e obra sem modificações.



A Coordenação Modular configura-se como um instrumento importante para possibilitar os níveis de racionalização (e normalização) pretendidos atualmente na produção de edificações. Estabelece também uma *linguagem gráfica, descritiva e de especificações*, comum a fabricantes, projetistas e construtores, que pode ser aplicada nas diversas etapas do processo de produção, desde a concepção inicial do projeto até a sua execução em canteiro (ROSSO, 1976).

A racionalização construtiva vinculada à coordenação modular possibilita a resposta a um conjunto de necessidades na produção de edificações (BUSSAT, 1963):

- de repetição de técnicas e processos;
- de redução da variedade de tipos e dimensões de componentes;
- de compatibilidade dimensional e tecnológica entre componentes;
- de intercambiabilidade de componentes;
- de produção seriada de componentes e de montagem tipificada;
- de autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes;
- de detalhamento e especificação técnica sistematizada;
- de controle eficiente de custos e de produção;
- de aumento da produtividade na fabricação e montagem, etc.

Os princípios da coordenação dimensional, nas mais diversas aplicações, são utilizados desde a antiguidade, tanto no Oriente como no Ocidente, quando a produção de componentes de construção atinge a fase de modulação básica em grandes volumes (tamanho regular de tijolos de barro, blocos de pedra talhada e peças de madeira), aliada à definição de técnicas construtivas e tipologias de edifícios também uniformes de acordo à cultura de uma determinada região.

Na Europa e nos Estados Unidos, na década de 50, realizaram-se esforços importantes na definição de sistemas de coordenação modular que auxiliassem na produção de construções habitacionais, tanto racionalizadas como pré-fabricadas e industrializadas (BUSSAT, 1963).

Atualmente, superando a rigidez inicial, a coordenação modular nos países desenvolvidos está dirigida, com características particulares, à definição dimensional de componentes e se incorpora na prática produtiva e construtiva através da compatibilização dimensional; derivada em grande parte do incentivo à modulação e normalização dirigidos à produção de habitações através de sistemas construtivos abertos, após a II Guerra, com grande participação de produtores e componentes diferenciados (Holanda, Dinamarca, França, Inglaterra).

No Brasil, ainda que contando com normas sobre o assunto desde os anos 70, a prática não vingou, particularmente pela característica da produção habitacional, dirigida para setores de renda média e alta, onde a racionalidade construtiva e a redução de custos não eram imprescindíveis para garantir a lucratividade pretendida. A produção maciça de habitação de interesse social na década de 70 introduziu algumas alternativas de sistemas construtivos racionalizados, mas a precariedade das soluções tecnológicas adotadas e a baixa qualidade final não permitiram a consolidação da prática, relacionando a mesma, pejorativamente, com construções econômicas de baixa qualidade.

Hoje, devido às mudanças do contexto econômico e financeiro da produção de edificações, os processos de racionalização e compatibilização construtiva e dimensional voltam a considerar-se como alternativa para a necessária redução de custos e aumento de produtividade. Servindo também de referência para relacionar em projeto e obra tecnologias heterogêneas que utilizam materiais e processos de execução diferenciados.

### **3. A MODULAÇÃO DE VÃOS DE ESQUADRIAS**

No trabalho desenvolvido para a Comissão Técnica do Sinduscon/SP, Afeal e Asbea enfrentamos uma situação paradoxal que esperamos tenha sido bem sucedida: por um lado era necessário definir um sistema dimensional de referência (*coordenação modular*) para atingir os objetivos pretendidos, e por outro, era quase impossível estabelecer a partir dessa primeira experiência de modulação de vãos um sistema modular integral para a construção de edificações. Optou-se, portanto, por elaborar conceitos básicos de coordenação modular aplicada a sistemas construtivos para facilitar os processos mais específicos de modulação de vãos, podendo servir de referência para trabalhos futuros de maior envergadura.

O conteúdo do trabalho foi diferenciado, portanto, numa primeira parte que desenvolve princípios básicos da coordenação modular e a sua aplicação sobre os sistemas construtivos de maior utilização na atualidade (estruturas independentes em concreto e alvenaria estrutural); e uma segunda parte que analisa o problema da definição modulada de vãos de esquadrias, elaborando propostas e critérios dimensionais para especificação, projeto e execução.

Os conflitos que o trabalho pretende superar tomando como base à coordenação modular tem a sua origem na tentativa de relacionar uma técnica construtiva do edifício geralmente artesanal com um produto industrial bastante evoluído. As técnicas tradicionais não exigem necessariamente grandes definições de projeto, fazendo parte de uma “cultura construtiva” bastante antiga que deixa para a execução em obra a solução de problemas. Com a exigência de um maior controle de custos e prazos em função do contexto financeiro e econômico atual e a introdução no mercado de sistemas de montagem a seco, os conflitos tecnológicos ficaram evidentes e as perdas resultantes desses conflitos já não conseguiam ser assimiladas por fabricantes e construtoras e por último, pelo consumidor final quando embutidos no preço do imóvel.

Essas perdas, às vezes chamadas de “invisíveis”, incorporam uma serie de fatores de certa complexidade: a falta de uma linguagem em comum, entre fabricantes, projetistas e construtoras; as dificuldades na definição do produto a utilizar dentro de padrões econômicos e produtivos válidos; problemas dimensionais sérios na execução dos vãos que obrigam à produção de esquadrias “sob medida”; procedimentos de fixação de esquadrias fora de padrão, gerando re-trabalho e numerosas patologias futuras.

Por outro lado, a redução do preço final do imóvel é um dos principais objetivos da racionalização de produtos e processos, devido à deterioração contínua do poder de consumo da demanda aliado à necessidade de responder aos novos sistemas e valores de financiamentos para a habitação. A resposta coerente a estas variáveis de contexto poderia gerar um mercado importante para edificações mais adequadas a setores de demanda mais amplos e com forte ênfase na racionalização econômica do projeto e da tecnologia utilizada.

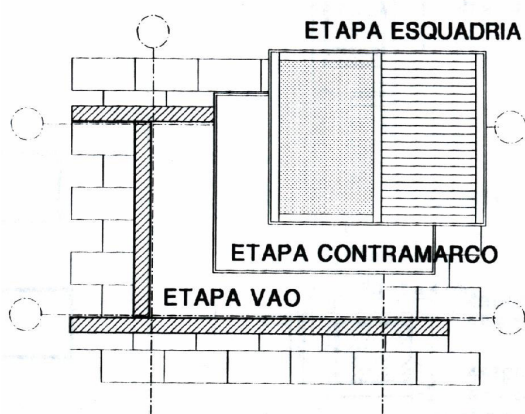
### 3.1 Objetivos específicos

O trabalho apresenta como objetivo principal desenvolver um Processo de Modulação de Vãos de Esquadrias para fachadas de edifícios, considerando o tratamento simultâneo de 2 questões relacionadas:

- a modulação de vãos construtivos nas edificações;
- a definição de padrões dimensionais de sistemas de esquadrias;

Esse processo de modulação pretende definir algumas condições necessárias para superar a atual precariedade de especificação, contratação, medição e controle de execução dos vãos como também de dimensões e fixação de esquadrias; que obriga hoje a produzir aberturas “sob medida” (de acordo aos vãos deixados em obra), com as implicações econômicas e produtivas conseqüentes.

A modulação de vãos de esquadrias possibilitaria, portanto, a projetistas, fornecedores e construtoras, uma delimitação qualitativa, econômica, dimensional e produtiva do sistema de fechamentos de vãos, junto à facilidade de incorporar esse sistema em construções racionalizadas através de processos de maior produtividade.



O **processo** de modulação de vãos e esquadrias desenvolve:

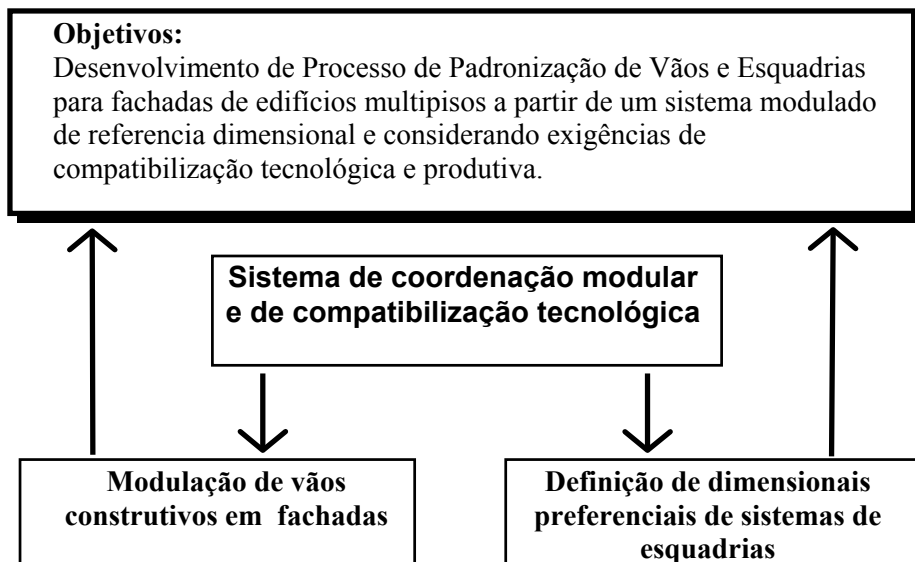
- a *modulação de vãos construtivos*, através da análise de sistemas estruturais e tecnologias de vedações de fachada utilizados na atualidade.
- a definição de *dimensões preferenciais por tipologias de esquadrias*, a partir da análise de variáveis diversas (econômicas, produtivas, mercadológicas e de desempenho), realizada inicialmente pelos fabricantes e compatibilizada junto a construtoras e projetistas.

A relação entre a modulação dimensional e construtiva de vãos e esquadrias se realiza a partir de *processos de coordenação modular*, junto ao estudo de *compatibilidade tecnológica* entre os diversos componentes das vedações.

O resultado pretendido seria a definição de um *sistema modulado de medidas preferenciais para vãos e esquadrias*.

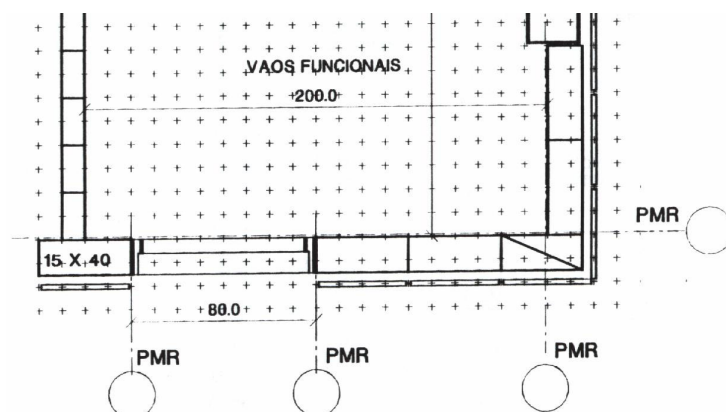
Este sistema visa vincular as características funcionais e físicas de vãos e esquadrias que atendam em forma coerente às exigências dos setores envolvidos, possibilitando também a introdução de inovações tecnológicas e novas dimensões ao conjunto básico de vãos modulados inicialmente definidos.

### ESTRUTURA GERAL DO PROCESSO

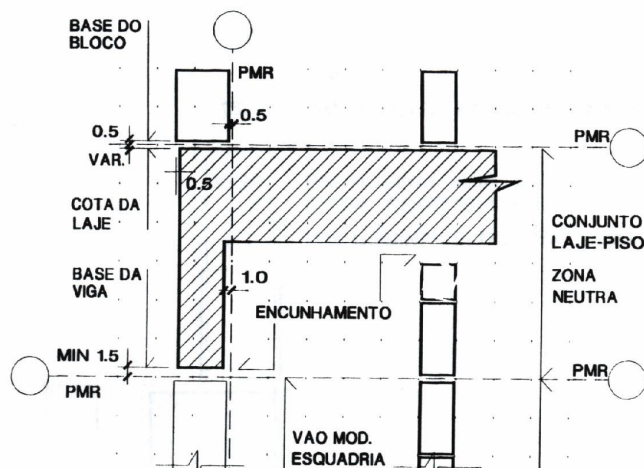


### 3.2 Metodologia de desenvolvimento do estudo

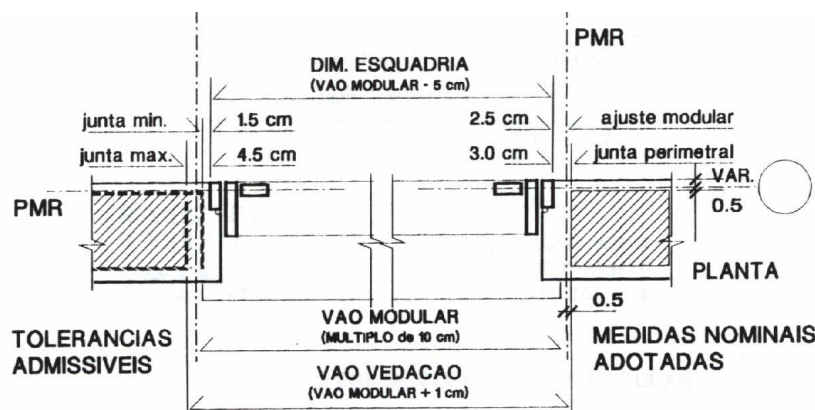
- a) Definição de parâmetros de **Coordenação Modular**, como instrumento de organização dimensional dos sistemas construtivos considerados e particularmente da relação entre vãos e esquadrias padronizadas.



- b) Identificação e análise de **Sistemas Construtivos** que servem de **referência tecnológica** para a aplicação do processo de Modulação, adotando aqueles de maior utilização na atualidade e definidos basicamente a partir dos sistemas estruturais utilizados, junto às alternativas de vedação:
- Sistemas em estruturas independentes de concreto armado,
  - Sistemas em alvenaria estrutural cerâmica e de concreto.
- c) Definição de critérios de **Organização de Fachadas**, com o objetivo de facilitar a compatibilidade de estruturas, vedações e esquadrias nos panos de fachada de acordo com as regras de coordenação modular adotadas.

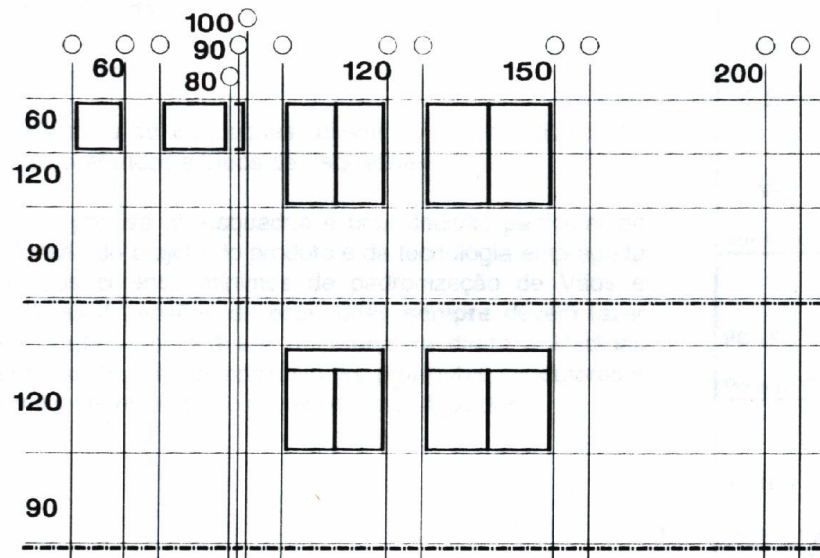


- d) Definição de critérios semelhantes de **Modulação de Vãos** de esquadrias nas fachadas seja em alvenaria de vedação ou estrutural, aplicando os conceitos de modulação definidos; utilizando os sistemas de alvenaria de maior aplicação no mercado.
- e) **Vinculação de vãos e esquadrias:** Considerando a precariedade, tanto qualitativa como de opções, de realização do vão e fixação de esquadrias, foi adotado o critério de identificar as características e tolerâncias dimensionais para diferentes tipos de vedação de fachada, posicionamento da esquadria e revestimentos externos; *sem pré-definir alternativas específicas de fixação e preenchimento de juntas*. Garantindo por sua vez, a *autonomia de produção e execução em obra* de contra-marcos, esquadrias e vãos.
- f) Definição de **critérios de dimensionamento da junta vão/esquadria** em função dos estudos anteriores, relacionando dimensões mínimas e características de revestimentos e tipos de abertura.

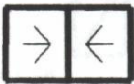
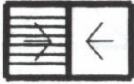


- g) Identificação de critérios para **definição dimensional de Ambientes e Aberturas**, para satisfazer exigências de iluminação e ventilação que permitam incorporar conceitos de modulação e coordenação no projeto e produção. A relação proporcional entre abertura e superfície do local, de permanência prolongada ou transitória, toma como referência o Código de Edificações de São Paulo.

- h) Definição de parâmetros para o **lançamento modular de vãos e esquadrias, em projetos e obras**, integrados ao lançamento geral do sistema construtivo e considerando a relação entre o *sistema virtual* de coordenação modular e o *sistema físico real* de materiais/componentes.
- i) **Modulação de Esquadrias**: Identificação de *dimensões preferenciais de Vãos e Esquadrias* a partir de **grupos tipológicos básicos**, respondendo a *aspectos funcionais e dimensionais comuns a mais de uma tipologia*, a condicionantes de iluminação e ventilação e *reunindo as dimensões preferidas dos setores de projeto e produção*.



- j) Elaboração de “**Catálogo de vãos modulares e dimensões preferidas de esquadrias**” reunindo o conjunto de Vãos e Esquadrias preferidos e as variações dimensionais por tipologia.

TIPOLOGIAS	VÃO MODULAR	DIM. ESQUADRIA	VÃO VEDAÇÃO	VÃO ILUM-VENT.
 <b>JC-2F</b> Jan. de Correr 2 Folhas	<b>1.200 X 1.200</b>	<i>1.150 X 1.150</i>	1.210 X 1.210	1.100 X 1.100
	<b>1.500 X 1.200</b>	<i>1.450 X 1.150</i>	1.510 X 1.210	1.400 X 1.100
 <b>JC-3F/V</b> Jan. Correr 3 Folhas c/Venez.	<b>1.200 X 1.200</b>	<i>1.150 X 1.150</i>	1.210 X 1.210	550 X 1.100
	<b>1.500 X 1.200</b>	<i>1.450 X 1.150</i>	1.510 X 1.210	700 X 1.100

#### 4. CONCLUSÕES

A experiência realizada, tanto na formulação de um processo diferenciado para superar um problema de interfase tecnológica como na prática de trabalho conjunto entre as associações envolvidas, foi considerada positiva pelos participantes e destinatários finais (projetistas, construtoras e fabricantes). Prevê-se a continuidade do trabalho sobre temas mais complexos que reunirão um número maior de setores específicos da produção de edificações.

Um problema a superar é a falta de conhecimento sobre a temática de compatibilidade tecnológica e dimensional na construção, responsabilidade esta das escolas de formação técnica e superior. Esse problema se agrega a outros de maior profundidade, particularmente no ensino superior das áreas de arquitetura, engenharia e design industrial: a falta de carga horária e metodologia de tecnologia e processos para enfrentar os novos desafios colocados pela produção de edificações dentro do atual (e futuro previsível) contexto social e econômico.

Considerando a importância quantitativa que a formação de profissionais está alcançando hoje no Brasil, quanto menor a importância qualitativa dos aspectos tecnológicos e produtivos, com base social, maior a desqualificação média futura dos profissionais do setor. Este fenômeno de “muito profissional e pouco conhecimento” é facilmente verificável na dificuldade encontrada pelas empresas construtoras no preenchimento de quadros para lidar com tecnologias racionalizadas ou novas, ainda contando com uma grande oferta de profissionais no mercado. Possivelmente estas considerações também sejam válidas para outras áreas de conhecimento, o que agrava ainda mais o quadro geral.

O panorama acima coloca a experiência realizada como fato razoavelmente incomum, quando na realidade não deveria passar de uma mera rotina de trabalho dentro de um setor que movimenta mais do 10 % do PIB nacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS:

**Normas N°: 5706, 5708, 5710, 5712, 5715, 5718, 5719, 5722, 5729, 11.683.**

BOLOGNA, ROBERTO. **Regole Tecnologiche per il progetto d'architettura**, Alinea Editrice, Florença, 1995.

BUSSAT, PIERRE. **Die Modul-ordnung im hochbau**, Editora Karl Kramer, Stuttgart, 1963 (Tradução FAU – Univ. Córdoba, Arg. 1973)

COMISIONADO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA, **Coordenación Modular en Vivienda**, Nações Unidas, Nova York, Junho 1966, Publicação.

CROCKER, ALLAN E. **Modul and Metric**, Pall Mall Press, Londres, 1971.

LUCINI, HUGO C. Compatibilidade tecnológica e coordenação modular do sistema construtivo Novatec, Estudo Técnico para Empresa Construtora Encol S.A, Brasília, 1995.

MASCARÓ, JUAN LUIS e MASCARÓ LUCIA R. **Coordinación Modular en la Construcción**, **Revista Summa** No. 103, Agosto 1976, Buenos Aires. Argentina.

MICONS (MINISTERIO DE LA CONSTRUCCIÓN) **Sistema modular uniforme en la construcción**, Cuba, Enero 1964. (reprodução: FAU – Universidade de Córdoba, Argentina, 1973)

ROSSO, TEODORO. **Teoria e Prática da Coordenação Modular**, FAU-USP, São Paulo, 1976, Monografia.

OBS: Os desenhos apresentados são de autoria de Hugo Camilo Lucini.