



# Gargalos para a Disseminação da Coordenação Modular

SANTOS, A. (1); SCHEER, S. (2); AZUMA, F. (3); MARCOS, M. (4)

(1) Universidade Federal do Paraná  
Professor do Departamento de Design  
e-mail: [asantos@ufpr.br](mailto:asantos@ufpr.br)

(2) Universidade Federal do Paraná  
Professor do Departamento de Construção Civil  
e-mail: [scheer@ufpr.br](mailto:scheer@ufpr.br)

(3) Universidade Federal do Paraná  
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil  
e-mail: [fabiolaazuma@yahoo.com.br](mailto:fabiolaazuma@yahoo.com.br)

(4) Universidade Federal do Paraná  
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil  
e-mail: [mihc@terra.com.br](mailto:mihc@terra.com.br)

## RESUMO

A coordenação modular refere-se a um sistema dimensional de referência que organiza o espaço construtivo a partir de medidas baseada em um módulo predeterminado. O uso dessa técnica permite a racionalização na construção civil, uma vez que atende diversos aspectos como: aumento da produtividade na produção e montagem, controle eficiente de custos e de produção, intercambialidade de componentes e repetição de técnicas e processos na habitação de interesse social. No entanto, apesar dessas vantagens apresentadas, a coordenação modular ainda não é totalmente utilizada. O objetivo desse artigo é apresentar os resultados preliminares da pesquisa que identifica os gargalos para a disseminação da coordenação modular no Brasil nos seguintes componentes construtivos: blocos cerâmicos, blocos de gesso, blocos de concreto, revestimentos cerâmicos, esquadrias, projetos de estruturas de concreto e pré-fabricados de concreto. Esse trabalho é uma das ações da Rede “Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para a habitação de interesse social”, financiada pelo Programa Habitar da FINEP e integrada pelas universidades UFRGS, UFSC, UFPR, USP, UFMG, UFAL, UFC, UFPB. Como estratégia de pesquisa é utilizada o Método Delphi. Como critério de seleção das empresas participantes foi adotado a experiência e relevância no mercado. O artigo apresenta resultados preliminares a respeito dos principais gargalos para a aplicação da coordenação modular, de forma que, essa informação poderá ser utilizada por governantes e pelo setor produtivo a fim de estabelecer estratégias para permitir avanços tecnológicos na construção civil.

**Palavras-chaves:** Construção civil, Coordenação Modular, Método Delphi

# Barriers for the Modular Coordination Dissemination

SANTOS, A. (1); SCHEER, S. (2); AZUMA, F. (3); MARCOS, M. (4)

(1) Federal University of Paraná  
Professor, Design Department  
e-mail: [asantos@ufpr.br](mailto:asantos@ufpr.br)

(2) Federal University of Paraná  
Professor, Construction Department  
e-mail: [scheer@ufpr.br](mailto:scheer@ufpr.br)

(3) Federal University of Paraná  
MSc candidate, Civil Construction Postgraduate Program  
e-mail: [fabiolaazuma@yahoo.com.br](mailto:fabiolaazuma@yahoo.com.br)

(4) Federal University of Paraná  
MSc candidate, Civil Construction Postgraduate Program  
e-mail: [mihc@terra.com.br](mailto:mihc@terra.com.br)

## ABSTRACT

The modular coordination consists of a dimension system of reference that organizes the constructive space from measures based on a predetermined module. The use of this technique allows the rationalization, because it considers many aspects such as increase of productivity in production and assembly, efficient control of costs and production, components interchangeability and process and techniques repetition in low income houses. However, even with these presented advantages, the modular coordination is not totally used yet. The objective of this article is to present the preliminary results of the survey that identifies the barriers for modular coordination dissemination in Brazil in the following constructive components: ceramic blocks, plaster blocks, concrete blocks, ceramic coatings, door and window frames, concrete structure projects and manufactured concrete structures. This work is one of the actions of the “Development and diffusion of constructive technologies for the low income houses Net”, which has financial aid from Habitar Program of FINEP. The Universities that belong to this Net are: UFRGS, UFSC, UFPR, USP, UFMG, UFAL, UFC, UFPB. The Delphi Method is used as a strategy research. To select the participating companies, the criterion adopted was based on their experience and market relevance. The article presents the preliminary results regarding the main barriers for the modular coordination dissemination in a way that this information could be used by the government and the productive sector to establish strategies that allow technological advances in the civil construction.

**Keywords:** Civil Construction, Modular Coordination, Delphi Method

# 1. INTRODUÇÃO

A Coordenação Modular pode ser compreendida como um sistema dimensional de referência que se baseando em medidas de um módulo pré-determinado, compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra. Configura-se como um instrumento importante para alcançar níveis de racionalização e normalização pretendidas, sendo tal característica de particular relevância para Habitação de Interesse Social. Permite também que se estabeleça uma linguagem gráfica, descritiva e de especificações, comum a fabricantes, projetistas e construtores, que pode ser utilizada em todas as etapas do processo de produção, desde a concepção inicial do projeto até a sua execução no canteiro (LUCINI, 2001).

As principais vantagens da Coordenação Modular são, conforme MAMEDE (2001):

- a) Simplificação da elaboração do projeto;
- b) Normalização dos componentes de construção;
- c) Otimização das dimensões com redução no número de formato de componentes construtivos;
- d) Redução de problemas de interface entre componentes e subsistemas;
- e) Padronização dos detalhes e precisão dimensional;
- f) Racionalização e simplificação na execução da obra devido a facilidade de montagem;
- g) Redução de quebras de materiais, evitando-se perdas na construção.

Portanto, conforme NASEREDDIN, MULLENS & COPE, (2007) a construção modular é capaz de produzir edificações de alta qualidade, com rápida entrega ao usuário e baixo custo.

Os sistemas de coordenação dimensional têm sido utilizados desde a Antiguidade, tanto no Oriente como no Ocidente, quando se atinge a padronização na produção de componentes construtivos juntamente com a definição de técnicas construtivas e tipologias de edifícios também uniformes, conforme cultura de determinada região. Na Europa, na década de 50, realizaram-se esforços importantes na tentativa de determinar sistemas de coordenação modular que contribuíssem na produção em larga escala de construções habitacionais, principalmente pré-fabricadas e industrializadas (LUCINI, 2001).

O Brasil, em 1950, aprovou uma norma de Coordenação Modular, a NB-25R, e durante a década de 70 e início dos anos 80 houve disseminação de conceitos e estudos a respeito. No entanto, poucos objetivos foram alcançados, apesar de toda a promoção para a racionalização da construção (BALDAUF, 2004).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo é identificar os gargalos para a disseminação da Coordenação Modular no setor produtivo da construção civil de modo a oferecer subsídios para a promoção efetiva da racionalização no País através da Coordenação Modular. Esta é uma das ações da Rede “Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para a habitação de interesse social”, financiada pelo Programa Habitare da FINEP e integrada pelas universidades UFRGS, UFSC, UFPR, USP, UFMG, UFAL, UFC, UFPB.

## **2. GARGALOS PARA INOVAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Na busca do desenvolvimento da indústria da construção civil de modo que seja apta a produzir edificações que respeitem condições indispensáveis como habitabilidade, funcionalidade, durabilidade, segurança e acabamento, assim como apresentar características relacionadas a produtividade, construtibilidade, baixo custo e desempenho ambiental é necessário resgatar a questão da Coordenação Modular, esta já “antiga” inovação (BALDAUF, 2004).

Para que as inovações tecnológicas sejam incorporadas em toda a sua potencialidade, é necessário superar certos fatores tanto no âmbito organizacional das empresas quanto em relação à indústria de materiais e componentes construtivos.

REZENDE, BARROS E ABIKO (2002) analisam diversos estudos referentes à inovações tecnológicas e apresentam alguns fatores que, devido a sua posição, podem tanto dificultar como facilitar o processo de implantação de inovações no setor construtivo:

- a) Ação Governamental: Conforme sua ação pró-ativa ou reacionária a mudanças, a ação governamental pode tanto impulsionar o desenvolvimento tecnológico como inibi-lo. GANN & SALTER (2000) apud BLAYSE & MANLEY (2004) argumentam que políticas de regulação do governo exercem uma forte influência na demanda de inovações e atua como importante papel em relação a mudanças tecnológicas. MARTINS (2004) mostra ainda, que para estimular a inovação, é necessário a ampliação de recursos públicos e privados destinados à pesquisa, de maneira a

incentivar a inovação principalmente nas pequenas e médias indústrias em parceria com centros de pesquisa e universidades;

- b) Estrutura Organizacional: Para que as novas tecnologias sejam realmente efetivas na esfera produtiva da empresa é necessário que exista compatibilidade com a sua estrutura organizacional. BLAYSE & MANLEY (2004) reforçam mostrando que mesmo tendo condições externas favoráveis a inovação, é importante que os escritórios e as pessoas envolvidas tenham atitudes e processos que promovam a inovação. Esse fator é confirmado por FRANCO (1992) que apresenta a necessidade de sintonia entre o planejamento estratégico, tático e operacional com a decisão de implantar a racionalização construtiva para que tenha um resultado positivo. BARROS (1996) reforça mostrando que para haver interação entre as necessidades de mercado e a mudança tecnológica, a organização deverá estar disposta, sendo isto expresso em suas diretrizes estratégicas. Destaca-se com isso, a participação da alta direção de modo a se envolver e comprometer no processo de implantação, agindo como elemento facilitador e tendo uma visão de longo prazo para atingir os resultados esperados.
- c) Recursos Humanos: NEVES (1995) mostra que existe falha na formação dos engenheiros civis pelas escolas de engenharia. Isto dificulta a aplicação de técnicas de racionalização e de implantação de inovações e melhorias tecnológicas. A falta de qualificação dos operários também se constitui um entrave, defendido pela mesma autora, uma vez que não consegue atender as necessidades das empresas em relação à qualidade da construção e à implantação de inovações. Conforme NEVES (1995), também existe deficiência na relação entre revendedores de materiais de construção e pequeno consumidor. Segundo a autora, o balconista da loja não está preparado para orientar o consumidor em relação às suas necessidades básicas. No âmbito organizacional, FRANCO (1992) esclarece as implicações dos recursos humanos na implantação de inovações. Segundo o autor, a motivação dos envolvidos na implantação da racionalização é um fator que interfere nos resultados esperados. Neste sentido, BARROS (1996) expõe como premissa para implantar a inovação a presença de um elemento humano para liderar o processo. O elemento Recursos Humanos também envolve o conhecimento. Conforme BARROS (1996), uma das formas de se garantir a efetivação da inovação é a transferência de novas tecnologias a toda empresa. Dessa maneira, a falta de conhecimento sobre o novo é compreendida como um entrave à implantação de inovações;

- d) Tecnologia: conforme NEVES (1995) a falta de padronização nas dimensões dos componentes construtivos torna-se uma barreira à inovação. Este quesito também é apontado por SERPEL (1995) apud BARROS, que mostra que muitas idéias de inovações são deixadas de lado, por não ter disponíveis fornecedores e produtos no mercado capazes de atender aos requisitos que as mesmas impõem;
- e) Fatores Culturais: esse aspecto refere-se tanto as resistências organizacionais como da própria comunidade em aceitar o novo. Em relação aos fatores culturais da organização, LOVE et al. (2002) apud BLAYSE & MANLEY (2004) mostra que o aprendizado requer abertura a novas idéias e ao diálogo.
- f) Financeiros: Este fator também é defendido por NEVES (1995) que mostra como elemento impeditivo para inovação os custos para aquisição de equipamentos.
- g) Gerenciais: Conforme SERPEL (1995) apud BARROS (1996), a grande maioria das empresas construtoras é de propriedade de empresários individuais ou familiares que possuem a tendência de não valorizar de modo adequado a contratação de pessoas qualificadas para funções relevantes dentro da empresa. Além disso, é comum o estilo personalista de gerenciamento, que reduz a capacidade criativa e inibe a motivação das pessoas pelas idéias inovadoras;

SERPEL (1995) apud BARROS (1996) destaca as outras barreiras ao processo de inovação em relação às características específicas do setor:

- a) As flutuações de mercado da Indústria da Construção, com períodos de menor atividade relativa;
- b) Falta de incentivo a inovação por parte dos clientes. Conforme BLAYSE & MANLEY (2004), clientes e indústrias são participantes chave para conduzir a inovação. Conforme GANN & SALTER (2000) apud BLAYSE & MANLEY (2004), os clientes podem exercer pressão nos participantes do projeto de modo a melhorar a performance do ciclo de vida da edificação, além de exigir projetos mais flexíveis que possam se adaptar a modificações não previstas.
- c) Falta de integração entre os diferentes envolvidos na construção de um empreendimento, em particular: clientes, projetistas, construtora, fornecedores e subcontratados. MARTINS (2004) reforça mostrando a falta de visão sistêmica e de compreensão acerca do processo de produção de edifícios pelos fornecedores de materiais e componentes em geral.
- d) Falta de mão de obra especializada para serviços de terceiros (NEVES, 1995);

- e) Falta de motivação pela atividade de criação frente às questões de patentes e direitos de exploração, praticamente ausentes no setor (MARTINS, 2004).

Todos esses fatores afetam a implantação de inovações tecnológicas, inclusive a Coordenação Modular. No entanto, para compreender quais os fatores afetam diretamente a sua disseminação essa survey está sendo conduzida através do Método Delphi.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

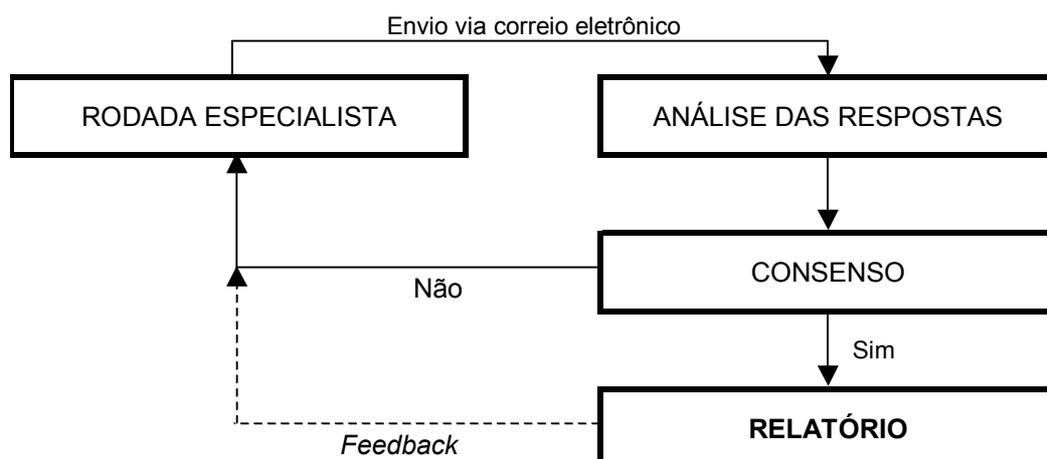
A fim de atingir o objetivo proposto é utilizado o Método Delphi como estratégia de pesquisa.

O Método Delphi tem como objetivo estruturar a comunicação de um grupo de especialistas, por meio de interações, na busca de um resultado específico (SÁFADI, 2001). A principal característica deste método é a busca progressiva de consenso em áreas em que o conhecimento ainda não é consolidado ou ainda, em pesquisas que possuem tema complexo. A realização do método ocorre através de sucessivos questionamentos a um grupo de especialistas e as respostas são cumulativamente analisadas visando a obtenção ou não do consenso (SANTOS, VIDOTTO, GIUBLIN, 2005).

A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo que o julgamento coletivo, ao ser bem organizado, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. O anonimato dos respondentes e o feedback das respostas do grupo para reavaliação das rodadas subsequentes são as principais características desse método. O anonimato das respostas e o fato de não haver uma reunião física reduzem a influência de fatores psicológicos, como os efeitos da capacidade de persuasão, a relutância em abandonar posições assumidas e a dominância de grupos majoritários sobre opiniões minoritárias (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000).

O princípio da operação do método é a regular e sistemática apresentação de perguntas sobre um determinado problema, conforme figura 1, no caso da realização do método via Internet. Para a realização desse método, é necessária a constituição de um grupo de especialistas em determinada área do conhecimento que respondem a uma série de questões referentes a um problema de pesquisa claramente definido. A síntese das respostas dos questionamentos é reportada aos especialistas, que retornam com suas análises críticas do conteúdo. Em cada etapa podem ser formuladas novas perguntas, como meio para estimular a reflexão entre os especialistas. As interações procedem desta forma até que seja atingido um consenso, ou quase consenso (SANTOS, VIDOTTO, GIUBLIN, 2005).

**Figura 1 – Seqüência de Execução do Método Delphi via Internet**



**Fonte: (SANTOS, VIDOTTO, GIUBLIN, 2005).**

O papel do pesquisador é moderar e estimular as reflexões. As suas atividades compreendem o agrupamento das questões e comentários que apresentam consenso, além de simultaneamente, provocar novas discussões nos itens em que não houve respostas ou comentários. A tarefa do pesquisador se torna gradualmente mais ágil, conforme evolução das discussões, uma vez que a tendência dos debates é focar somente nos pontos que ainda não tem convergência entre especialistas (SANTOS, VIDOTTO, GIUBLIN, 2005).

O problema, debatido nesta pesquisa através do Método Delphi, foi “*Quais os gargalos para a disseminação da Coordenação Modular na construção civil?*”. Os componentes construtivos estudados são: blocos cerâmicos, blocos de gesso, blocos de concreto, revestimentos cerâmicos, esquadrias, projetos de estruturas de concreto e pré-fabricados de concreto. Como aproximação metodológica, utiliza-se o Método Delphi com critério de experiência e relevância no mercado, em um grupo de fabricantes e projetistas das regiões que compõe a Rede mencionada na introdução. Dos quarenta questionários enviados, foi obtido um retorno de vinte e uma respostas para a primeira rodada. Na segunda rodada, outras empresas de regiões da Rede aderiram a pesquisa e assim foi possível o envio de vinte e cinco questionários, recebendo um retorno de quinze questionários respondidos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PRIMEIRA RODADA DO MÉTODO DELPHI

#### 4.1.1. PERGUNTAS

Na primeira rodada do método, foram realizadas as seguintes perguntas:

- a) *“Qual o componente o senhor fabrica/utiliza/executa?”*
- b) *“Quais as dimensões dos produtos que fabrica ou utiliza em seus projetos?”*
- c) *“O que entende que seja o uso da coordenação modular na construção civil?”*
- d) *“Quais as principais barreiras que o senhor (a) encontra para utilizar a coordenação modular em sua fábrica ou seus projetos?”*

Nesta primeira rodada não houve consenso entre os fabricantes e projetistas do grupo pesquisado a respeito tanto do conceito da coordenação modular, como as barreiras para a sua aplicação. Acerca do conceito de coordenação modular, as empresas consultadas apresentaram conceitos diversos, no entanto foi possível selecionar as respostas dentro dos seguintes grupos: **padronização, sistemas construtivos, e projeto e produto**, conforme explicação abaixo.

#### 4.1.2. CONCEITO DE COORDENAÇÃO MODULAR COM FOCO NA PADRONIZAÇÃO

Algumas empresas entendem a coordenação modular como sendo a padronização da construção através de um módulo, conforme pode ser observado em algumas definições citadas: *“é a utilização de um módulo padrão”*, *“é a adoção de um mínimo múltiplo comum para todos os componentes da construção”*, *“é a criação de um módulo para a construção civil”*, *“é a padronização de medidas dos componentes”*, *“é a padronização da construção”*.

A análise crítica dessa conceituação revela grande ênfase na questão da padronização. Deve-se esclarecer que a Coordenação Modular estabelece a padronização de componentes e detalhes construtivos. Isto não reflete na padronização de toda a construção. Um dos principais aspectos da Coordenação Modular é propiciar a intercambialidade e facilitar a interface entre componentes e subsistemas, além de atender as necessidades de modificações e adaptações na construção. Portanto, uma das falhas do conceito acima é que é viável a

customização de ambientes na habitação através da Coordenação Modular, o que representa uma necessidade nas habitações de interesse social.

#### **4.1.3. CONCEITO DE COORDENAÇÃO MODULAR COM FOCO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Algumas empresas compreendem a coordenação modular com foco na construção e em sistemas construtivos, conforme se observam nessas respostas: “*é um sistema construtivo modulado*”, “*é a construção planejada em módulos*”, “*é a evolução do processo construtivo tradicional*”, “*é a otimização da construção*”.

A análise desta conceituação à luz da revisão de literatura apresentada na primeira seção, mostra que a Coordenação Modular é uma técnica que se desenvolve desde a etapa de projeto até execução, em todas as fases de produção, de modo a obter produtividade, rapidez na montagem e redução de custos. A definição que trata apenas a etapa de construção torna-se limitada no escopo, pois não considera que, para viabilizar a construção coordenada modularmente, é necessário a concepção de um projeto modular.

#### **4.1.4. CONCEITO DE COORDENAÇÃO MODULAR COM FOCO NO PROJETO E PRODUTO**

O conceito de coordenação modular também foi defendido por algumas empresas com foco no projeto e no produto, conforme as respostas a seguir: “*é a interação entre projeto e produto*”, “*é a coordenação de “tamanhos” entre o projeto e o produto*”, “*é o projeto arquitetônico pensado em módulos*”, “*é o projeto ou produto com dimensões pré-definidas dentro de um padrão métrico*”.

Conforme LUCINI (2001) a Coordenação Modular permite **definir e relacionar** dimensões de materiais e componentes em **projeto e obra**, através de medidas modulares organizadas através de um reticulado espacial de referência. Confrontando essa definição, dada por LUCINI (2001) com o conceito revelado pelo grupo pesquisado, verifica-se que a definição dada pelo grupo pesquisado não está completa, pois não considera a racionalização na fase de execução, além de não esclarecer os meios para se obter esse relacionamento entre projeto e produto.

#### **4.1.5. CONCEITOS ISOLADOS DA COORDENAÇÃO MODULAR**

Nesta primeira rodada de questionamento, também existiram algumas respostas isoladas, que conceituaram a coordenação modular como: *“é o estudo para que todos os materiais tenham o máximo rendimento”* e *“é o aproveitamento de material pré-existente”*. Essas respostas não foram agrupadas por serem muito vagas.

Em virtude da divergência nas respostas, a segunda rodada do Método Delphi propôs uma reflexão sobre esses conceitos de modo a obter uma convergência de idéias. No que se refere ao objetivo proposto nesse estudo, essa primeira fase da pesquisa permite refletir acerca de possíveis gargalos para disseminação da Coordenação Modular. Esse desacordo em relação ao conceito oferece indícios que uma das barreiras pode ser a falta de conhecimento pelos agentes da construção sobre o termo e falha na formação nas Universidades e escolas técnicas.

#### **4.1.6. BENEFÍCIOS REVELADOS DA COORDENAÇÃO MODULAR**

Durante a primeira rodada, além do entendimento acerca do termo “coordenação modular”, também foi revelado pelas empresas as vantagens que a sua aplicação pode oferecer as construções. As vantagens percebidas foram as seguintes: racionalização da obra, evitar perdas por cortes ou improvisos, evitar desperdício de material e mão de obra, máximo rendimento, rápida execução, racionalizar os projetos com as medidas modulares, favorecer execução mais simples e facilidade, economia e rapidez nas fases de projeto, fabricação e montagem. Os benefícios apontados pelas empresas vão de encontro aos indicados na literatura, mostrados na primeira seção. Dessa forma, a sua constatação sugere que a barreira para a disseminação da Coordenação Modular não seja reconhecer as vantagens, e sim reconhecer o conceito e a forma de aplicação.

Baseado nesses benefícios apontados pelas empresas, a segunda rodada do método buscou o consenso entre os participantes acerca da vantagem mais reconhecida, retornando a informação acerca do benefício mais valorizado na Coordenação Modular segundo as empresas de construção civil pesquisadas.

#### **4.1.7. GARGALOS PARA DISSEMINAÇÃO DA COORDENAÇÃO MODULAR**

Na última questão, que tratava sobre a identificação dos gargalos para aplicação da coordenação modular, também não foi obtido um consenso. Algumas empresas indicaram como gargalo a **falta ou pouco conhecimento sobre o assunto**, expresso em respostas como:

*“pouco conhecimento dos arquitetos e engenheiros”, “falta de conhecimento de empreendedores”, “falta de conhecimento dos clientes”, “falta de disseminação na cadeia produtiva”, “falta de formação nas Universidades e escolas técnicas”, “falta de mão de obra qualificada” e “falta de cultura dos construtores”.*

Outras empresas caracterizaram a barreira como um **problema de mercado**, conforme se pode observar nas respostas a seguir: *“falta de demanda na região”, “falta de aceitação no mercado” e “demanda sob medida”.*

Algumas empresas identificaram o problema como sendo **projétual**, conforme as respostas: *“falta de projeto arquitetônico coordenado modularmente”, “variedade de soluções arquitetônicas”, “conceitos confusos de arquitetura”, “falha na compatibilização de projetos”, “contratação tardia de projetos para produção, já tendo sido definidos os parâmetros arquitetônicos e construtivos”.*

O gargalo para disseminação da coordenação modular também foi apontado por algumas empresas como sendo em razão do **equipamento**: *“tipo de equipamento disponível” e “custo elevado para aquisição do equipamento”.*

Existiram também algumas **respostas isoladas** como: *“legislações municipais de uso do solo” e “nivelamento de produtos devido a padronização, deixando apenas como diferencial o preço”.*

Como não foi possível a obtenção de consenso, a segunda rodada do método buscou a convergência de opiniões acerca dos gargalos mais prioritários de maneira a direcionar esforços nas barreiras mais reconhecidas.

## **4.2. SEGUNDA RODADA DO METODO DELPHI**

### **4.2.1. DEFINIÇÃO DO TERMO COORDENAÇÃO MODULAR**

A primeira pergunta da segunda rodada implicou na busca do consenso acerca do termo Coordenação Modular. Portanto foram reunidas em uma tabela todas as definições apresentadas pelos participantes na primeira rodada e solicitado que indicassem o conceito com o qual concordava.

60% das respostas definem a Coordenação Modular como: *“é a utilização de um módulo padrão e adoção de um mínimo múltiplo comum para os componentes da construção.*

Representa também a evolução do processo construtivo tradicional, de maneira que a construção passa a ser planejada em módulos, abrangendo a sua otimização”.

Com até 40% das respostas foi possível estabelecer outra definição de Coordenação Modular defendida pelas empresas: A Coordenação Modular é a interação e coordenação de “tamanhos” entre projeto e produto. Representa também a padronização das medidas dos componentes, de modo que o projeto ou produto passam a possuir dimensões pré-definidas dentro de um padrão métrico. É um sistema construtivo modulado e um estudo para que todos os materiais tenham o máximo rendimento.

Por fim, os conceitos menos atribuídos, com até 27% das respostas, foi o seguinte: É o projeto arquitetônico pensado em módulos e a padronização da construção. Representa também a criação de um módulo para a construção civil. Apenas duas empresas apontaram o aproveitamento de material pré-existente como definição da Coordenação Modular.

#### **4.2.2. VANTAGENS DA COORDENAÇÃO MODULAR**

A segunda rodada do método buscou o consenso a respeito dos benefícios trazidos pela Coordenação Modular. Portanto, foi montada uma tabela com todos os benefícios levantados pelos participantes na primeira rodada e solicitado que indicassem a vantagem com a qual concorda.

87% das respostas reconhecem que a vantagem da Coordenação Modular é a racionalização e rápida execução.

Em segundo lugar, como até 73% das respostas, o grupo pesquisado aponta com os seguintes benefícios: evitar perdas por cortes ou improvisos, máximo rendimento, evitar desperdícios de material e mão de obra, racionalizar os projetos com as medidas modulares e economia nas fases de projeto, fabricação e montagem. Por fim, as vantagens da Coordenação Modular menos apontadas pelo grupo, com 47% das respostas, foram: favorecer execução mais simples e facilidade e rapidez nas fases de projeto, fabricação e montagem.

### **4.2.3. POSSIBILIDADE DE PERSONALIZAR UM AMBIENTE DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

Como na primeira rodada de questionamentos existiu ênfase na visão da Coordenação Modular sob a ótica da padronização, foi questionada nesta segunda etapa às empresas se é possível personalizar um ambiente da habitação através da Coordenação Modular. Com 100% das respostas, as empresas foram unânimes em concordar que é possível personalizar um ambiente por meio da Coordenação Modular.

No entanto, nem todas as empresas mostraram saber como tornar isso possível. Algumas indicaram como alternativa viável o uso de módulos, multimódulos e submódulos para permitir a customização. No entanto, nenhum participante citou a característica da Coordenação Modular de favorecer a intercambialidade e conseqüentemente a redução de problemas nas interfaces entre componentes e subsistemas como justificativa para permitir customização. Neste sentido, a falta de entendimento acerca de outros benefícios, além daqueles relacionados à racionalização, possa ser mais um gargalo para que a Coordenação Modular seja utilizada em toda a sua potencialidade.

### **4.2.4. GARGALOS PARA DISSEMINAÇÃO DA COORDENAÇÃO MODULAR**

O gargalo prioritário segundo grupo de empresas pesquisado foi a “Contratação tardia de projetos para produção, já tendo sido definidos os parâmetros arquitetônicos e construtivos”. No entanto, conforme a literatura, este item não deveria ser compreendido como uma barreira importante para a disseminação da Coordenação Modular. Conforme LUCINI (2001), a Coordenação Modular permite autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes. Portanto, quando se tem um projeto modulado é possível adiar decisões na produção de obras, uma vez que todos os parâmetros e detalhes já foram definidos.

A partir de uma análise criteriosa deste gargalo revelado na pesquisa, é possível concluir que um gargalo importante seja a falta de conhecimento sobre o conceito e a percepção mais apurada dos seus benefícios. Esta barreira ganha suporte do segundo gargalo revelado como mais importante que foi o “pouco conhecimento dos arquitetos e engenheiros”. Na literatura, esse tipo de entrave é classificado como recursos humanos, conforme NEVES (1995).

#### 4.2.5. ANÁLISE DOS MÓDULOS DAS EMPRESAS A LUZ DA COORDENAÇÃO MODULAR

Na segunda rodada foi questionado qual seria o módulo ideal para o componente construtivo que é fabricado ou utilizado. A tabela abaixo mostra os módulos preferidos pelas empresas e a análise conforme a Coordenação Modular:

<b>Componente</b>	<b>Largura (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Comprimento (cm)</b>	<b>Atende Coordenação Modular</b>
Blocos de concreto	14	19	29	Sim
	19	19	19	Sim
	19	19	39	Sim
	14	19	19	Sim
	14	19	39	Sim
Blocos cerâmicos	14	19	29	Sim
Janelas	154	100		Não
	104	100		Não
Portas	60	210		Não
	70	210		Não
	80	210		Não
Revestimento Cerâmico	41	41		Não
	20	20		Não
	30	30		Não
	40	40		Não
Pilares	30	30	250	Não
	90	130	3000	Não
Vigas	20	40	300	Não
	160	60	3000	Não
Lajes alveolares	125	15,21	300	Não
	125	26	1400	Não

Algumas empresas apontaram, ao invés da dimensão do componente construtivos, medidas do módulo, como 10 cm e 15cm com submúltiplos da ordem de 5 ou 2,5 e uso do milímetro.

71% dos componentes construtivos pesquisados não atendem a Coordenação Modular. Este é um dado bastante relevante uma vez que a construção civil deixa de incorporar os benefícios da racionalização, além da redução de problemas de interfaces.

#### 5. CONCLUSÕES

Como resultado preliminar conclui-se que as empresas pesquisadas possuem um conhecimento bastante restrito a respeito da Coordenação Modular. A respeito do conceito existiram diversas respostas vagas e incompletas. Algumas empresas nem souberam definir o

termo. No entanto, dentro do conceito, foi possível extrair os benefícios que a Coordenação Modular traz para a construção civil segundo o grupo pesquisado. Os benefícios evidenciados dão ênfase na racionalização, redução de perdas e maior produtividade na construção, o que se confirmou na segunda etapa da pesquisa. Dessa maneira, pode-se concluir que um gargalo importante seja a falta de conhecimento sobre a definição e não o reconhecimento dos seus benefícios. No entanto, o entendimento acerca dos benefícios ainda é muito restrito. As empresas percebem como benefício apenas a promoção da racionalização, no entanto, não percebem a facilidade e redução de problemas na intercambialidade de subsistemas e componentes. Essa informação foi confirmada na pergunta sobre a possibilidade de customizar um ambiente da habitação através da Coordenação Modular. Portanto, a partir desses resultados é sugerido o direcionamento de esforços na maior divulgação sobre o conceito de Coordenação Modular, nas Universidades e empresas construtoras, além da promoção mais ampla das suas vantagens, que inclui a intercambialidade de sistemas e componentes.

Esse artigo mostra os resultados preliminares referentes à primeira e segunda rodada. Na terceira rodada pretende-se ampliar o número de dados. Essas informações poderão ser usadas pelos governantes e pelo setor produtivo para propiciar um ambiente de efetiva racionalização, além da promoção de habitações mais flexíveis e adaptadas ao contexto do morador, favorecendo de maneira particular as habitações de interesse social.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil**. Porto Alegre, 2004. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BARROS, M. M. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo, 1996. Tese (Doutor em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BLAYSE, A. M.; MANLEY, K. Key influence on construction innovation. **Construction Innovation**, v.4, p. 143-154. 2004.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** São Paulo, 1992. 319f. Tese (Doutor em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LUCINI, H. C. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias.** São Paulo: Pini, 2001.101f.

MAMEDE, F. C. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo, 2001. 206f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

MARTINS, M .G. **A inovação tecnológica na produção de edifícios impulsionada pela indústria de materiais e componentes.** São Paulo, 2004. 154f. Dissertação (Mestre em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

NASEREDDIN, M.; MULLENS, M. A.; COPE, D. Automated simulator development: A strategy for modeling modular housing production. **Automation in Construction**, v. 16, p. 212-223. 2007.

NEVES, C.M.M. **Alguns aspectos que interferem na implantação de melhorias e inovações tecnológicas na produção do edifício.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995.

REZENDE, M. A. P.; BARROS, M. M. S. B.; ABIKO, A. K. **Barreiras e facilitadores da inovação tecnológica na produção de habitações populares.** In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2002.

SÁFADI, C. M. Q. **Delphi: Um estudo sobre sua aceitação.** V SEMEAD. Seminários em Administração FEA/USP, 2001.

SANTOS, A.; VIDOTTO, L. S.; GIUBLIN, C. R. **A utilização do Método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção.** AMBIENTE CONSTRUÍDO: Metodologia de Pesquisa, Porto Alegre, V5 N2, p. 51-59, 2005.

WRIGHT, J. T. C; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 12, p .54-65, 2000.