UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Márlon Eduardo Krützmann

INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VIABILIDADE DO USO DE KITS PRÉ-FABRICADOS

Porto Alegre
junho 2015

MÁRLON EDUARDO KRÜTZMANN

INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VIABILIDADE DO USO DE KITS PRÉ-FABRICADOS

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luis Carlos Bonin

Porto Alegre

junho 2015

MÁRLON EDUARDO KRÜTZMANN

INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VIABILIDADE DO USO DE KITS PRÉ-FABRICADOS

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2015

Prof. Luis Carlos Bonin
Mestre pelo PPGEC/UFRGS
Orientador

Prof. Jean Marie Desir
Dr. pelo COPPE/UFRJ
Coordenador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Lais Zucchetti
Mestra pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Luis Carlos Bonin
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Silvia Trein Heimfarth Dapper
Mestra pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Luis Carlos Bonin, sempre disposto a partilhar seu conhecimento e apoio durante o período em que me dediquei a este trabalho, sem os quais o mesmo não seria possível.

Agradeço aos demais envolvidos nesse trabalho, os entrevistados Roberto Pimentel Lopes, Luiz Henrique Panno e Alexandre Souza da Rosa, assim como o entrevistado que não tem seu nome citado e todos aqueles que tiveram algum envolvimento indireto.

Agradeço aos meus pais e irmão, pelo carinho e compreensão.

Agradeço por fim aos meus amigos, que tornaram os últimos anos memoráveis, assim como sei que tornarão os próximos.

Para obter conhecimento se deve estudar, mas para obter sabedoria, é preciso observar.

Marilyn vos Savant

RESUMO

A construção de edificações tem sido marcada por dificuldades de produtividade e inovação, mesmo com os significativos avanços em sistemas e técnicas construtivas observados na última década. Este trabalho busca então, verificar a viabilidade dos kits construtivos pré-fabricados como um desses avanços na industrialização do setor, sendo eles: elementos de fachada pré-fabricados, *dry wall*, kits elétricos e hidráulicos, kit porta pronta e janela pronta. Para isso, foi realizado um estudo de caso do kit porta pronta, um dos kits mais utilizados atualmente, dentre os citados. Após pesquisa sobre a pré-fabricação e a sua subdivisão aqui denominada como linear, foram realizadas entrevistas com profissionais da área, sendo dois especialistas de São Paulo, um representante de uma empresa Fornecedora e um de uma Instaladora dos kits de portas. Os temas envolveram parâmetros técnicos da pré-fabricação, assim como a relação da Norma de Desempenho (com partes a serem lançadas neste ano) viabilizada pelo Programa Setorial da Qualidade de Portas de Madeira de Edificações. Com as respostas dos profissionais, foi feita uma síntese e análise dos dados, com objetivo de verificar a viabilidade e inserção no mercado do kit porta pronta. De modo geral, os parâmetros mais relevantes, podendo ser vistos como restrições, se mostraram: interface, mão de obra, projeto e custo. As vantagens podem ser divididas em dois campos, o primeiro inerente a pré-fabricação: velocidade construtiva, controle de qualidade, segurança e menor desperdício, e o segundo não inerente: transporte e instalação simplificados, particulares a pré-fabricação linear.

Palavras-chave: Pré-fabricação. Inovação na Construção Civil. Engenharia Civil. Industrialização de Sistemas Construtivos. Kit Porta Pronta

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do delineamento 16
Figura 2 – Palácio de Cristal (Londres) 28
Figura 3 – Fachadas pré-fabricadas 29
Figura 4 – Escada em ferro fundido 30
Figura 5 – Categorias de pré-fabricação 31
Figura 6 – Processos de projeto 34
Figura 7 – Kits hidráulicos 35
Figura 8 – Porta 37
Figura 9 – Kit porta pronta 38
Figura 10 – Posicionamento do kit 41
Figura 11 – Espuma de poliuretano 42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Restrições da pré-fabricação 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produtividade média 52

LISTA DE SIGLAS

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – *Building Information Modeling*

CIB – *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*

Cientec – Fundação de Ciência e Tecnologia

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

KPF – Kits pré-fabricados

LTDA – Limitada

NBR – Norma Brasileira

PSQ-PME – Programa Setorial da Qualidade de Portas de Madeira de Edificações

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 DIRETRIZES DE PESQUISA 14
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA 14
2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA 14
2.2.1 Objetivo Principal 14
2.2.2 Objetivos Secundários 14
2.3 PREMISSA 15
2.4 DELIMITAÇÕES 15
2.5 LIMITAÇÕES 15
2.6 DELINEAMENTO 15
3 INOVAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL 18
4 PRÉ-FABRICAÇÃO 23
4.1 CONTEXTO HISTÓRICO 27
4.2 CATEGORIAS 30
4.3 PRÉ-FABRICAÇÃO LINEAR 32
4.3.1 Kits pré-fabricados 35
4.3.2 Porta 36
4.3.3 Kit porta pronta 38
5 ESTUDO DE CASO 43
5.1 MÉTODO 43
5.2 RESULTADO 45
5.2.1 Projeto 45
5.2.2 Custo 47
5.2.3 Instalação 49
5.2.3.1 Mão de obra 50
5.2.3.2 Produtividade e Transporte 51
5.2.4 Desempenho 52
5.3 PROGRAMA SETORIAL DA QUALIDADE 54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 56
REFERÊNCIAS 59
APÊNDICE A 61

1 INTRODUÇÃO

A inovação é a invenção que chega às áreas de produção, fazendo com que um produto ou processo seja aperfeiçoado e até mesmo criado. Porém, ainda que seja necessária para a evolução de qualquer setor econômico competitivo, a inovação apresenta riscos que devem ser conhecidos e controlados. O processo de inovar demanda simulações, cálculos e detalhamento para se mensurar os benefícios obtidos. Esses estudos por sua vez demandam custos e incerteza quanto a resultados concretos.

Mesmo com os custos envolvidos, a inovação tecnológica tem presença na maioria dos setores da economia brasileira de forma natural. Na maioria, pois a construção civil é um dos setores da economia no qual ocorre um menor desenvolvimento tecnológico, mesmo representando uma parcela razoável do produto interno bruto. Segue-se usando técnicas extremamente artesanais na construção de edificações, gerando grandes desperdícios e limitando a potencial produtividade das obras (CEOTTO, 2005, p. 85).

Existem razões pelas quais esse desenvolvimento tecnológico não se faz tão presente na construção de edificações, ou seja, que muitas empresas repitam práticas talvez já defasadas em suas obras. Essas razões surgem do fato de que o setor tem características peculiares quando comparado a outras atividades produtivas, que têm uma constante inovação aplicada em seus produtos. A relação entre os fornecedores e as empresas construtoras no setor é uma delas. Diferente da indústria automotiva, por exemplo, onde as montadoras têm grande influência na produção, na construção civil o poder econômico das fornecedoras de matéria-prima é maior do que as Construtoras. Conforme o SINDUSCON-SP[1] (1997, apud FABRICIO, 2003 p.5):

> [...] as sete principais famílias de materiais da construção (materiais sanitários, cimento, cerâmicas e azulejos, perfis de alumínio, vidros, tintas e vernizes, vergalhões de aço) respondem por aproximadamente 65% dos custos de materiais envolvidos nos edifícios. Esses materiais são produzidos por grandes fabricantes, marcando setores altamente concentrados, em oposição ao setor das construtoras, que é dominado por pequenas empresas e caracterizado pela fragmentação.

[1] SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON-SP). **Organização industrial e competitividade da indústria brasileira de materiais de construção**. [S.l.:s.n.], 1997.

Assim, diante da fragilidade econômica das empresas de construção de edifícios frente às grandes empresas de produção de materiais sintéticos ou equipamentos, as dinâmicas de inovação para materiais e componentes construtivos surgem em geral das conveniências e estratégias dos grandes fabricantes, ficando a inovação tecnológica atrelada à iniciativa e aos investimentos dos fabricantes que desenvolvem e disponibilizam novos produtos conforme seu interesse (FABRICIO, 2003, p.6). Além disso, o fato de ser uma indústria de caráter nômade e de estar constantemente sujeita a intempéries, faz com que cada novo empreendimento traga novos desafios e possibilidades com ele. Assim, os imprevistos frequentes e a falta de inovação fazem com que se forme uma cultura de uso de processos artesanais, que permitem mudanças constantes durante o processo de construção, mas limitam a produtividade final obtida.

Uma das soluções para esse dilema é a pré-fabricação dos componentes utilizados em obra. A retirada de processos construtivos para um local abrigado e preparado para uma produção seriada, permite um maior controle sobre a produção, obtendo ganhos de qualidade e posteriormente na obra, ganhos de velocidade na implantação dos sistemas. Mesmo tendo uma necessidade de maior precisão dimensional e menor espaço para mudanças e retrabalho, acaba sendo uma alternativa positiva na busca de maior racionalização do processo construtivo.

De acordo com Agopyan (2005, p. 71), essa solução não pode ser vista como algo inédito na construção de edificações, pelo contrário, já esteve presente desde o começo do século XIX com a Revolução Industrial e posteriormente com a reconstrução das cidades atingidas pela Segunda Guerra Mundial, ao final da década de 1940. Hoje em dia, as vantagens da fabricação fora do canteiro de obras seguem com sua relevância, especialmente quando do uso de sistemas pré-fabricados, ao invés de somente elementos. O uso de um kit pré-fabricado (KPF) retira alguns processos construtivos para indústria, adiando esses custos que antes ocorriam ao longo dela. Resolvida a interface, o uso cada ver maior de sistemas industrializados pode diminuir o desperdício de material e mão de obra e gerar um aumento de produtividade necessário na construção de edificações.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo estudar a industrialização cada vez maior da construção de edificações no Brasil. A mudança de um setor antes visto como artesanal e com alta utilização de conhecimento empírico, para o uso de sistemas racionalizados e soluções de

Engenharia. Como exemplo dessa industrialização, se verificou a viabilidade e inserção no mercado do kit porta pronta. Foram realizadas entrevistas com profissionais envolvidos com a sua produção e instalação, posteriormente sendo feita uma síntese e análise dos dados obtidos, obtendo-se ao final uma descrição das características, pontos negativos e positivos, condições e uma noção do estado atual do uso deste nível de pré-fabricação na região delimitada.

O trabalho é dividido, além desta introdução, entre mais cinco capítulos. O primeiro deles sendo uma descrição do método de pesquisa, quanto à questão que o motivou, objetivos, pressuposto, premissa, delimitação, limitações e delineamento. Após estas diretrizes, formando o projeto de pesquisa, o capítulo três contextualiza a pesquisa, analisando a inovação e industrialização dentro da Construção Civil. No quarto capítulo, sobre a pré-fabricação, são detalhadas suas categorias, terminologias e contexto histórico, com objetivo de preparar uma base sólida para o estudo dos KPF. Após estes capítulos, se inicia o Estudo de Caso do sistema porta pronta.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: como se caracteriza o avanço na industrialização da construção de edificações, por meio de kits construtivos pré-fabricados?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a avaliação do uso do kit pré-fabricado de portas prontas, quanto a sua viabilidade, proporcionando uma maior industrialização na construção de edificações.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

a) divisão da pré-fabricação em menores categorias;
b) identificação de kits pré-fabricados utilizados atualmente;
c) caracterização dos elementos e instalação do kit porta pronta.

2.3 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que a construção civil pode evoluir, tanto na qualidade de seu produto quanto no ganho financeiro obtido com ele, com a maior industrialização de seus processos.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de caso do kit de portas prontas.

2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

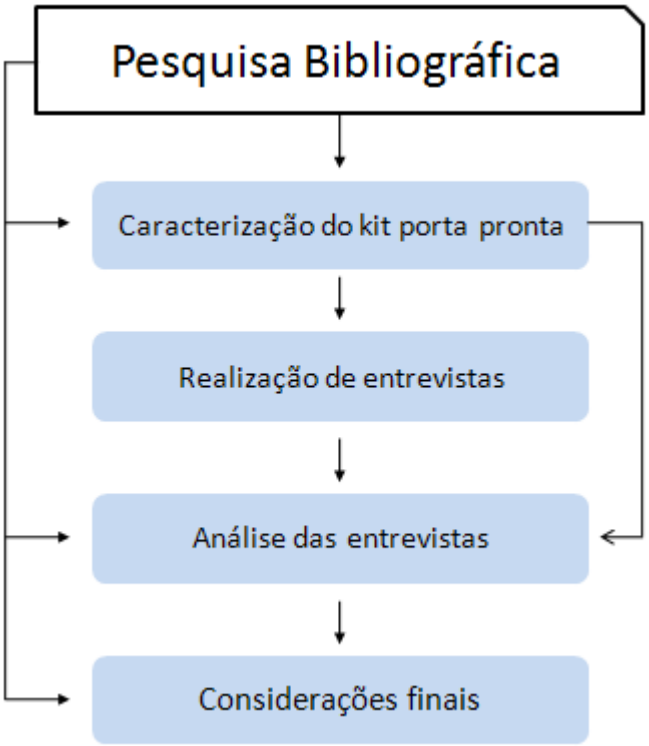
a) o mercado da construção civil somente das regiões Sul e Sudeste do Brasil;
b) o estudo voltado a edificações residenciais multifamiliares de padrão médio;
c) a restrita quantidade de profissionais entrevistados.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que são posteriormente representadas na figura 1 por meio de um diagrama:

a) pesquisa bibliográfica;
b) caracterização do kit porta pronta;
c) realização de entrevistas;
d) análise das entrevistas;
e) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama do delineamento



(fonte: elaborado pelo autor)

O trabalho foi iniciado pela pesquisa bibliográfica, onde se pretendeu obter o devido embasamento teórico sobre a retirada de processos construtivos do canteiro de obras. Essa pesquisa passou por uma contextualização histórica da industrialização e busca por inovação do setor no Brasil, assim como das peculiaridades da Construção Civil, até uma análise mais aprofundada das características da pré-fabricação (suas classificações e categorias) como solução para maior qualidade e produtividade nas obras de edificações.

A pesquisa bibliográfica terminou com a identificação de exemplos de kits utilizados na região delimitada, assim como uma descrição do kit porta pronta e a diferença do método de instalação tradicional.

O conhecimento sobre a pré-fabricação e as caracteristicas do kit porta pronta serviram então de ponto de partida para a criação de protocolos de entrevistas para quatro profissionais relacionados ao Estudo de Caso estabelecido. As perguntas foram divididas entre diferentes aspectos da pré-fabricação, como: projeto, custo, instalação, produtividade e desempenho.

Ao final das entrevistas, as mesmas foram transcritas e então analisadas com base no conhecimento agrupado na revisão bibliográfica, objetivando a avaliação do kit de porta pronta e as relações possíveis com outros níveis de pré-fabricação. As vantagens, restrições e demais peculiaridades da industrialização da construção civil por este caminho foram então discutidas nas considerações finais do trabalho.

3 INOVAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Todo setor econômico precisa de constante evolução nos seus processos, por parte dos agentes envolvidos, para que se mantenha economicamente viável. Essa evolução pode se dar rapidamente como no setor da Computação, ou de forma lenta como infelizmente acontece na Construção Civil. Ceotto (2005, p. 85-86) afirma que, do ponto de vista sistêmico, até o início da década de 1990 ainda se construía no Brasil de forma semelhante a como era feito em 1930. A evolução havia sido limitada a pesquisa das propriedades do concreto armado e substituição de outros materiais já utilizados, como por exemplo: tubulações de ferro fundido por plástico, janelas de madeira por alumínio e revestimentos de pedra por elementos cerâmicos.

Ao longo do século passado existiram esforços em âmbito mundial, para mudar esse paradigma da baixa inovação na Construção Civil. O maior marco foi a racionalização necessária para reconstrução das cidades atingidas pela Segunda Grande Guerra, quando houve enorme demanda para construção de edificações e obras de infraestrutura de forma rápida. Agopyan (2005, p. 72) lembra que em 1953 foi fundado o CIB, na época denominado *Counseil International du Bâtiment*, e hoje intitulado *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* como forma de cooperação internacional na inovação da construção. Assim como no Brasil, ainda que com pequeno atraso, na década de 1960, também sendo realizados esforços com pesquisa e desenvolvimento de métodos construtivos. Dentro desse processo de pesquisa na área, além de outras instituições podem ser citados o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, o Instituto Nacional de Tecnologia e a Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec, antigo Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul).

Com o crédito abundante para as empresas de construção no Brasil ao início da década de 1970, procurou-se importar sistemas construtivos que haviam tido sucesso na Europa e Estados Unidos nesse período de avanço tecnológico. Porém, sem os devidos estudos de viabilidade econômica e sem as adaptações para a realidade brasileira quanto a clima, mão de obra e integração com os demais subsistemas, a transferência de tecnologia se limitou a desastrosas reduções de consumo de materiais através de redução de espessuras de lajes e

paredes (CEOTTO, 2005, p. 86). A inflação que veio posteriormente limitou então o desenvolvimento tecnológico brasileiro na área, sendo que a maior preocupação das empresas era planejamento de custos para compras antes de cada mudança de preços, processo que gerava ganhos financeiros maiores do que inovações tecnológicas ou gerenciais. Além disso, Ceotto (2005, p. 87-88) afirma sobre a mão de obra barata e pouco profissionalizada da época:

> Aos governos, também interessava esse estado de letargia, pois a Construção Civil conseguia absorver grande contingente de trabalhadores sem qualificação. A Construção Civil servia como esponja, absorvendo muito do conflito social que se formava com o inchamento desordenado das cidades, oferecendo subemprego em grande escala para pessoas com muita pouca qualificação profissional.

Com uso de trabalhadores sem boa qualificação e dada a difícil previsibilidade do mercado era, e para muitas empresas ainda é, pouco interessante buscar a inovação tecnológica das atividades de construção, uma vez que são necessários investimentos para um retorno que é em geral de médio a longo prazo. Também se pode salientar que o setor menos interessado nesse desenvolvimento é possivelmente o dos fornecedores de materiais, justo o setor que tem maior poder de barganha na relação com as empresas construtoras. Desperdício de material oriundo de retrabalho, algo tão frequente em obras por todo país, somente aumenta a demanda de maior produção para a cadeia de Fornecedores.

A relação com os fornecedores, assim como com os projetistas, é enfatizada por Cozza (2005, p. 59):

> [...] a integração da cadeia produtiva constitui elemento fundamental para qualificar e tornar mais competitiva a indústria brasileira da construção. Afinal, não dá para pensar na melhoria da qualidade das obras avaliando, de forma isolada, apenas os fabricantes de materiais, os projetistas ou os fornecedores. Fazem todos parte de um processo que começa com o fornecimento da matéria-prima e passa pelo transporte, vendas, planejamento de materiais, suprimentos, armazenagem, planejamento e controle da produção até a comercialização do produto final.

Porém, ao final da década de 1980, grandes empresas brasileiras finalmente tomaram a iniciativa e inauguraram um processo de racionalização dos seus processos construtivos, com intuito de melhorar as práticas vigentes e aumentar sua produtividade. Para isso, as construtoras tiveram que analisar o edifício como um todo, de forma sistêmica, avaliando e resolvendo as interferências entre cada componente (CEOTTO, 2005, p. 88). Com o uso de pré-fabricação aliada a esta análise sistêmica, o projeto executivo também teve sua importância reconhecida, uma vez que no projeto que é resolvida a interface dos componentes da melhor forma.

Assim, a partir de 1997 as empresas das regiões Sul e Sudeste do Brasil entraram na tão esperada industrialização. Parte da produção foi retirada dos canteiros e passou a ser feita em ambientes fechados, com aumento da produtividade obtida. Armadura entregue cortada e dobrada, argamassa seca, escoramentos leves de alumínio, portas e janelas prontas para serem colocadas em vãos precisos além de vários outros exemplos, foram se tornando habituais (CEOTTO, 2005, p. 96).

A industrialização é aqui entendida como um processo econômico e social através do qual a indústria se torna dominante em um setor, aumentando a produtividade pela substituição de instrumentos e técnicas de produção. Quando se fala de sistema construtivo industrializado tem-se um agrupamento de elementos inter-relacionados e integrados pelo processo que tem por finalidade construir a edificação. Conforme Carrió (1974, p. 9, tradução nossa) já definia:

> Ao meu entender, um sistema industrializado de construção é um conjunto de elementos, industrialmente produzidos, e de processos, industrialmente controlados, coordenados entre si por leis interdependentes com o objetivo principal de realizar o projeto e construção de um edifício [...]

A Construção Civil tem buscado industrializar seus processos, eliminando os aspectos artesanais do processo de produção. Para tanto, foram necessárias quebras de paradigmas e apostas em novas tecnologias como: *drywall*, banheiros prontos, estruturas pré-fabricadas de concreto, etc. No entanto a necessidade de equipamento adequado para estes sistemas e especialmente a escassez de mão de obra qualificada, tornaram-se gargalos desta produção industrializada (LINO, 2005, p. 63).

Com o objetivo de utilizar sistemas industrializados de forma mais eficiente, tornasse necessário então um maior uso de racionalização, que procura diminuir os desperdícios, maximizando assim a produtividade. Essa redução de desperdício pode vir tanto pela velocidade construtiva, menor retrabalho ou maior qualidade dos sistemas. Porem é notável a pouca competência da construção civil em administrar e reduzir o desperdício no processo de construção de edifícios. Ceotto (2005, p. 90-92) afirma que a pouca importância com a produtividade fica evidente por essa incompetência. O desperdício, geralmente contabilizado somente como entulho que é gerado pela obra (fragmentos de tijolo, restos de concreto, madeira que não pode mais ser aproveitada), ainda se soma a dois componentes. O primeiro é o ‘entulho’ agregado ao edifício nas mais diversas formas: argamassa para alinhar o prumo das paredes, espessuras maiores nos contrapisos e quantidades de aço superiores ao necessário

para a estrutura. Já o segundo é o desperdício da mão de obra, que sendo vista como barata, tem sua produtividade negligenciada com atividades que não agregam valor algum. Quando somados, esses três componentes chegam a valores de 30 e 40% do custo total de uma obra, criando o ditado de que a construção civil desperdiça um edifício para cada três produzidos.

Claramente nenhum setor industrial acha conveniente um aumento de 40% do custo total de seu produto. Porém, existem grandes diferenças entre a indústria da construção e as demais, fazendo com que esse valor de desperdício muitas vezes não seja notado por ela, apesar da sua grande representatividade.

Nos dez itens a seguir, Meseguer (1991, p. 13-14) aponta as peculiaridades da indústria da construção, que a diferenciam das demais:

> a) a construção é uma indústria de caráter nômade, na qual a constância das características nas matérias-primas e nos processos é mais difícil de conseguir do que em outras indústrias, de caráter fixo;
>
> b) salvo algumas exceções, a indústria da construção cria produtos únicos e não produtos seriados;
>
> c) na construção, diferente de outras indústrias, não é possível aplicar a produção em cadeia (produtos móveis passando por operários fixos), mas sim a produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo), o que dificulta a organização e controle dos trabalhos, provocando interferências mútuas, etc.;
>
> d) frente a outras indústrias mais jovens e dinâmicas, a construção é uma indústria muito tradicional, com grande inércia a alterações;
>
> e) a construção utiliza em geral mão-de-obra pouco qualificada, sendo que o emprego destas pessoas tem um caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas. Tudo isso repercute numa baixa motivação no trabalho e em perdas da qualidade;
>
> f) outras indústrias realizam seus trabalhos em ambientes cobertos enquanto a construção é feita à intempérie, com dificuldades para um bom armazenamento, submetidas às adversidades do tempo, a ações de vandalismo, etc. A proteção, em todos os sentidos da palavra, é mais difícil;
>
> g) nas indústrias que fabricam produtos de vida limitada, o ciclo de 'aquisição-uso-reaquisição' de um novo produto se repete várias vezes na vida do comprador, o que origina uma experiência no usuário que repercute em uma exigência na qualidade. Na construção, pelo contrário, o produto é único ou quase único na vida do usuário e, consequentemente, sua experiência não repercute posteriormente. Em outras palavras, na construção o usuário influi muito pouco na qualidade do produto;
>
> h) independente do grau de complexidade dos produtos, outras indústrias empregam especificações simples e claras. A construção emprega especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas e desta forma a qualidade resulta mal definida desde a origem;

> i) em outras indústrias, as responsabilidades se encontram relativamente concentradas e estão bem definidas. Na construção, as responsabilidades são dispersas e pouco definidas, o que sempre origina zonas obscuras para a qualidade;
>
> j) o grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, muito menor do que em outras indústrias, qualquer que seja o parâmetro que se contemple: orçamento, prazo, resistência mecânica, etc. A conseqüência é que, na construção, o sistema é por demais flexível e, confiantes em tal flexibilidade, aceitam-se compromissos de difícil cumprimento que provocam sempre uma diminuição de qualidade. Na construção se diz **não** menos vezes do que as necessárias.

Essas peculiaridades são inerentes ao setor da Construção Civil, e embora hoje possam não ser solucionadas por completo, e possivelmente nunca sejam, são importantes como guia das limitações a que o processo construtivo está inserido, assim como potenciais caminhos para uma produção otimizada.

Carrió (1974, p.19, tradução nossa) coloca que o problema da industrialização da construção é amplo, pois envolve diferentes aspectos de variados campos do conhecimento: econômico, quanto à situação do mercado, arquitetônico, no que se refere a projeto, industrial, quando se fala da produção, social, que contempla as variações da sociedade em que estamos inseridos, além de muitos outros. Como consequência, a melhor forma de abordar a questão é o estudo dos diversos aspectos considerados isoladamente, porém em recíproca dependência.

Para Lino (2005, p. 62):

> A questão é que a construção civil opera com um sistema de gestão ultrapassado, onde o engenheiro de obras está direcionado para atividades dos mestres de obra; onde existem inúmeras atividades que não agregam nenhum valor ao produto final, onde os aspectos logísticos possuem nenhuma importância, haja vista que todo transporte de materiais é feito por funcionários dentro e fora dos canteiros de obra e onde os modelos de gestão da produção são reativos em relação a demanda de insumos, não se preocupando em antecipar as análises de necessidades.

Assim, apesar da certeza dos benefícios da industrialização da construção, fica a dúvida de como fazê-la da melhor forma para a complicada gestão dos canteiros. Uma das possibilidades é um tema antigo, que entra novamente em debate pelo uso de subsistemas integrados aqui referenciados como kits pré-fabricados.

4 PRÉ-FABRICAÇÃO

Um dos caminhos para mitigação dos gargalos de produtividade da construção civil é uma utilização maior de pré-fabricação. Seu uso tem impacto especialmente em relação a cinco dos itens citados nas páginas anteriores:

a) caráter nômade (‘a’) e ação de intempéries (‘f’);
b) produção centralizada (‘c’);
c) mão de obra pouco qualificada (‘e’);
d) sistema muito flexível (‘j’).

A retirada dos processos construtivos do canteiro de obra para um local abrigado, com trabalhadores mais qualificados e processos otimizados para uma escala de produção maior, minimiza a quantidade de trabalho sob os três primeiros itens citados. Quanto ao sistema em geral muito flexível, a pré-fabricação traz um grande potencial, pois coloca no canteiro de obra uma precisão dimensional maior, aumentando a qualidade final e ‘obrigando’ os agentes envolvidos a trabalharem com uma maior padronização dos sistemas construtivos.

Segundo Gibb (2001, p. 2, tradução nossa), “A padronização é o uso extensivo de componentes, métodos ou processos em que há regularidade, repetição e especialmente um viés de previsibilidade e de práticas bem sucedidas.”. Logo, a mesma se torna oposta a práticas de construção artesanais, onde não existe regularidade, repetição e previsibilidade, e associa a construção industrializada e a pré-fabricação.

Ainda conforme Gibb (2001, p. 10, tradução nossa), em uma série de entrevistas com profissionais envolvidos na padronização e pré-fabricação de edificações, a primeira apresenta uma diminuição no desperdício de recurso e esforço por parte da equipe projetista, enquanto a pré-fabricação traz maior segurança, produtividade e qualidade final. Porem, esses benefícios só são obtidos se as práticas tradicionais não apenas são transferidas para a fábrica, mas sim completamente alteradas para refletir a cultura de manufatura industrial. Sistemas de negócios contemporâneos, com tecnologia da informação e melhores técnicas de gestão permitem processos padronizados com uma maior sofisticação do que tinha sido anteriormente o caso, dando resposta a preocupação histórica sobre uma burocrática e assim inadequada

padronização. Segundo as pesquisas, os procedimentos padronizados aumentam a confiança nos resultados do projeto, conforme as partes interessadas tornam-se mais familiarizadas com os processos e obtém a desejada previsibilidade de tempo e custo.

A pré-fabricação obriga à antecipação de decisões arquitetônicas e demais informações críticas. No entanto, é também gerada uma maior previsibilidade e eficiência, que compensa essa antecipação. Padronização e pré-fabricação tendem então a facilitar a gestão das construções, assim como exigir uma melhor gestão do processo construtivo, desde o início em sua elaboração de projetos. Assim, a compreensão e compromisso de todos os envolvidos são considerados vitais (GIBB, 2001, p. 12).

Essa mudança transforma inclusive um padrão cultural da construção civil em utilizar mais soluções empíricas, em detrimento a soluções de engenharia. Gibb e Isack (2003, p. 146-160, tradução nossa) definem como vantagens da utilização de um grau elevado de pré-fabricação:

a) redução do tempo de construção;
b) maior certeza quanto à prazo final e custos globais;
c) maior higiene e segurança no canteiro;
d) menor impacto ambiental;
e) maior controle de qualidade;
f) menor desperdício de materiais.

Ainda é importante acrescentar a possibilidade do uso de BIM (*building information modeling*), como ferramenta disponível e com possibilidade de uso cada vez maior, para maior racionalização dos projetos. Os *softwares* possibilitam a compatibilização de projetos e sistemas em um modelo geométrico, além de informações sobre cada material dentro da edificação e tempos de execução dos sistemas. Esse conjunto de dados pode ser visto por todos envolvidos no projeto, criando uma ferramenta para compatibilização dos diferentes sistemas de forma mais eficaz.

A padronização dos sistemas pré-fabricados agrupados via BIM, gera maior precisão dimensional e redução de incertezas comparado à construção artesanal, que inclusive dificulta o uso do *software* por sua inerente imprevisibilidade. A geração de resíduos de construção é um dos fatores relevantes nesse sentido, como afirmam Goulding e Arif (2013, p. 6, tradução nossa):

> Projeto e construção sustentáveis estão cada vez mais se tornando a norma em especificações de construção. A sociedade está mais consciente e preocupada com os impactos ambientais negativos associados a práticas tradicionais de construção, resultando em grandes quantidades de resíduos de construção terminando em aterros. Novos produtos, processos e tecnologias, tais como *building information modeling* parecem se alinhar mais naturalmente com a pré-fabricação. Materiais de construção tornaram-se mais sustentáveis e duráveis para atender as exigências dos códigos de construção cada vez mais rigorosos.

Apesar da grande quantidade de vantagens produtivas que o uso da pré-fabricação traz, existem claramente também condições necessárias para seu uso. Goulding e Arif (2013, p. 12, tradução nossa) discorrem então sobre isso:

> A pré-fabricação apresenta uma série de desafios e oportunidades para novos empreendedores. Os desafios particularmente parecem deter algumas organizações de fazer essa transição devido a: mudanças de infraestrutura no processo, o nível de mudança necessária na empresa e o respectivo investimento necessário. No entanto, em muitos casos, esses problemas podem ser minimizados através de um planejamento cuidadoso de negócios, o engajamento dos parceiros da cadeia de abastecimento e através de uma eficaz reestruturação do processo.

Além das mudanças gerenciais e técnicas, se pode acrescentar a necessidade de continuidade da produção (para retorno do capital investido), capacitação da mão de obra para instalação e necessidade de projetos mais detalhados, todos envolvendo custos que devem ser levados em conta.

Conforme Gibb (2001, p. 3, tradução nossa), a "padronização trabalha garantindo ajuste preciso e intercambialidade de componentes - assim, a área mais importante para a padronização é, na verdade, a interface entre os componentes, não os próprios componentes em si.". Assim, a interface acaba sendo também uma dificuldade imposta à padronização e pré-fabricação, pela dificuldade em conectar sistemas pré-fabricados com artesanais, ou pré-fabricados em diferentes Fornecedores.

Talvez a maior crítica da pré-fabricação, o aumento direto do custo, agora agregado pelo Fornecedor na entrega de um produto mais elaborado faz com que muitos a vejam com ressalvas. Porém as reduções de custos indiretas (adquiridas pelas vantagens anteriormente citadas), são simplesmente ignoradas em muitos orçamentos realizados. Em outras palavras, "O uso de análises de custo básicas, baseadas em índices tabelados, apresentam muitos problemas quando novos *designs* e/ou novos métodos de produção são introduzidos. Em

particular, são indiferentes à complexidade do método construtivo.” (GROÁK[2], 1992, p. 103, apud GIBB, 2001, p. 9, tradução nossa).

Em relação às restrições para pré-fabricação, Blismas (2005, p. 5, tradução nossa) produz uma extensa lista (quadro 1), mostrando a importância de um planejamento que leve estes fatores em consideração para que se evite a pré-fabricação nos casos em que a mesma se mostre inviável, ou para que processo seja mais produtivo caso seja a opção tomada.

Quadro 1 – Restrições da pré-fabricação

Canteiro	pouco espaço no canteiro de obras
	problemas relacionados a interface
	mão de obra qualificada limitada ou muito cara
	transporte de unidades pré-fabricadas ao canteiro
	movimentação das unidades pré-fabricadas no canteiro
	embargos e demais paralizações
Projeto	prazos curtos para etapas de projeto
	necessidade de projeto final definido para solicitação das unidades
	pouca capacidade dos fornecedores
	necessidade de empreendimento posterior similar para repetição dos processos construtivos anteriores
	necessidade de repetição de unidades dentro do mesmo empreendimento
Fornecimento	projetistas sem experiência com pré-fabricação
	restrição para troca de fornecedores
	cultura da empresa em escolher custo invés de custo-benefício
	decisões de projeto tomadas antes da escolha da pré-fabricação
	limitada experiência com inspeção da produção fora do canteiro
	aumento do custo basico pelo valor agregado da unidade pré-fabricada

(fonte: baseado em BLISMAS et al., 2005, p. 5, tradução nossa)

Por fim existe ainda a possibilidade de que um grau elevado de pré-fabricação induza a uma massificação dos projetos restringindo a liberdade arquitetônica. Essa possibilidade, porém é refutada por Goulding e Arif (2013, p. 32-33, tradução nossa), afirmando que o projetista precisa ser treinado para as complexidades da pré-fabricação e uso de *softwares* que unifiquem os projetos. Da mesma forma, o setor produtivo tem a missão de compreender as complexidades no processo de montagem, incluindo logística, transporte, manuseio, etc. Os fornecedores que se aliarem ao esforço de pré-fabricação, podem vislumbrar a customização em massa ao invés de produção em massa, para então resolver a questão da liberdade

[2]GROÁK, S. **The Idea of building**: thought and action in the design and production of buildings. London: E&FN Spon, 1992.

arquitetônica supostamente deficiente. Os autores complementam então, que toda cadeia produtiva da Construção Civil precisa pensar de uma forma nova, vendo a construção como um paradigma de montagem, com diferentes sistemas envolvidos em interfaces e componentes diferentes.

Também é o que afirma Carrio (1974, p. 29-30, tradução nossa), colocando que quando se tem um bom conhecimento dos sistemas, se faz um uso mais eficaz dos mesmos, e embora a liberdade do projetista seja sempre algo incerto nos empreendimentos, ela não é diminuída pelo uso de sistemas industrializados. A diferença é que ao invés de utilizar materiais brutos, se faz uso de sistemas completos e por consequência um grau mais elevado de coordenação modular é exigido, voltando então à relação com a padronização.

A pré-fabricação de componentes construtivos e inclusive de sistemas não é algo recente, apesar de ainda pouco utilizado, frente a seu potencial citado nos parágrafos anteriores. O uso de sistemas construtivos completos vindos de manufatura em ambiente industrial, com posterior transporte e implantação em local de uso começou com o uso do ferro fundido na construção.

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO

A Grã-Bretanha foi a pioneira na tecnologia industrial de produção de ligas de ferro fundido em escala considerável. Assim exerceu um monopólio nas relações comerciais do mesmo, até o início do século XIX, quando teve início a Revolução Industrial. Outros países passaram então a concorrer na produção, como Bélgica e especialmente países com um grande mercado interno, como Estados Unidos e Alemanha (SILVA, G. G. da, 1988, p. 14).

Com a mudança de manufatura artesanal para industrial, que aconteceu com o acontecimento da Revolução Industrial na Inglaterra, o ferro passou a ser produzido em grande quantidade. Assim, sua utilização na fabricação de utensílios e máquinas logo passou para ferrovias e edificações, comercializadas a nível mundial pelos países europeus.

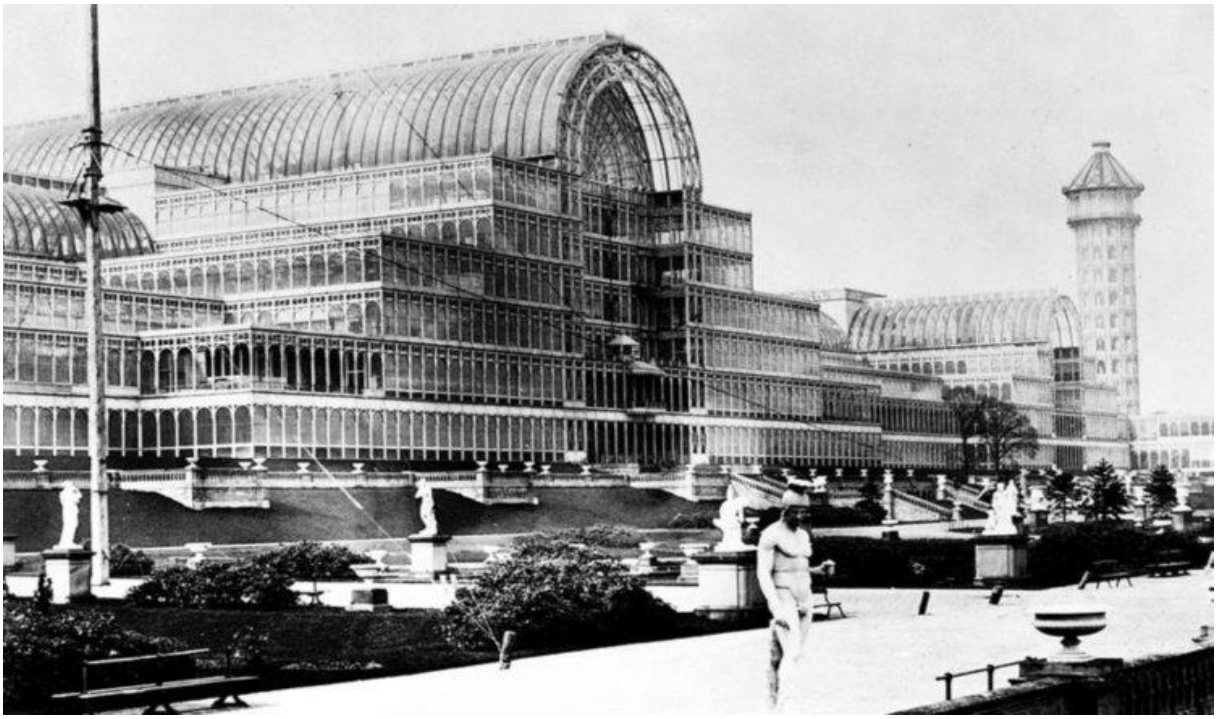
Conforme Silva (G. G. da, 1988, p. 48-49) a exportação de edifícios completos, feitos em ferro fundido, começou a ser realizada a partir de 1840, essencialmente por ingleses e franceses. Estes edifícios consistiam de: mercados públicos, coretos, pavilhões de exposição,

armazéns, edifícios administrativos e inclusive casas. Eles eram fabricados na Europa e então exportados para outros países, com custo relativamente baixo, mesmo a longas distâncias, dado o transporte ser feito por navios. O custo de montagem, porém, era alto e sabendo disso os fabricantes faziam um esforço no sentido de simplificar o processo, numerando os componentes e enviando funcionários para supervisão da montagem no local de desembarque.

Em 1851 foi inaugurado o Palácio de Cristal, construção em ferro fundido e vidro que foi um marco na pré-fabricação de edificações (figura 2). O edifício, idealizado por Joseph Paxton, para uma grande exposição em Londres, contava com uma superfície coberta de 90000 m² e 33 metros de altura na parte central. Apesar das grandes dimensões, foi terminado em 10 meses e depois da exposição foi inclusive desmontado e levado para o sul da cidade. A construção teve algumas modificações realizadas então e em 1936 foi destruída por um grande incêndio. (INFOPÉDIA, 2003, tradução nossa).

Confirmando o êxito do projeto, se pode notar o surgimento de várias edificações de ferro e vidro baseadas no mesmo, sendo um exemplo brasileiro o Palácio de Cristal na cidade de Petrópolis.

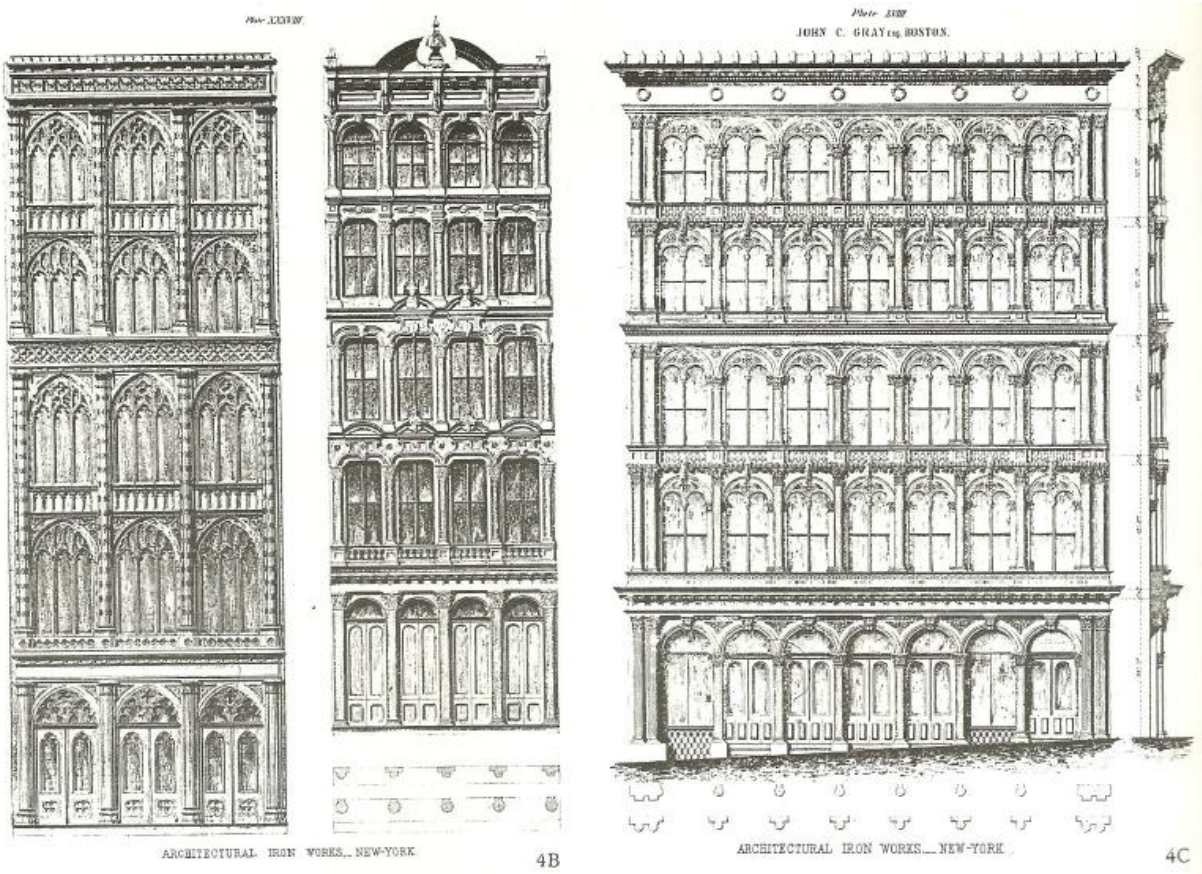
Figura 2 – Palácio de Cristal (Londres)



(fonte: PÚBLICO COMUNICAÇÃO SOCIAL SA, 2013)

Porém, não havia somente a exportação de edifícios inteiros fabricados na Europa. Sistemas menores em ferro, neste trabalho referenciados como kits pré-fabricados, eram manufaturados fora do canteiro, montados, registrados quanto a forma de montagem e então enviados para o local de instalação. Em catálogos datando de 1865, eram vendidas fachadas em ferro fundido (figura 3) para serem instaladas em edificações de alvenaria, de forma similar as fachadas pré-fabricadas de concreto atuais.

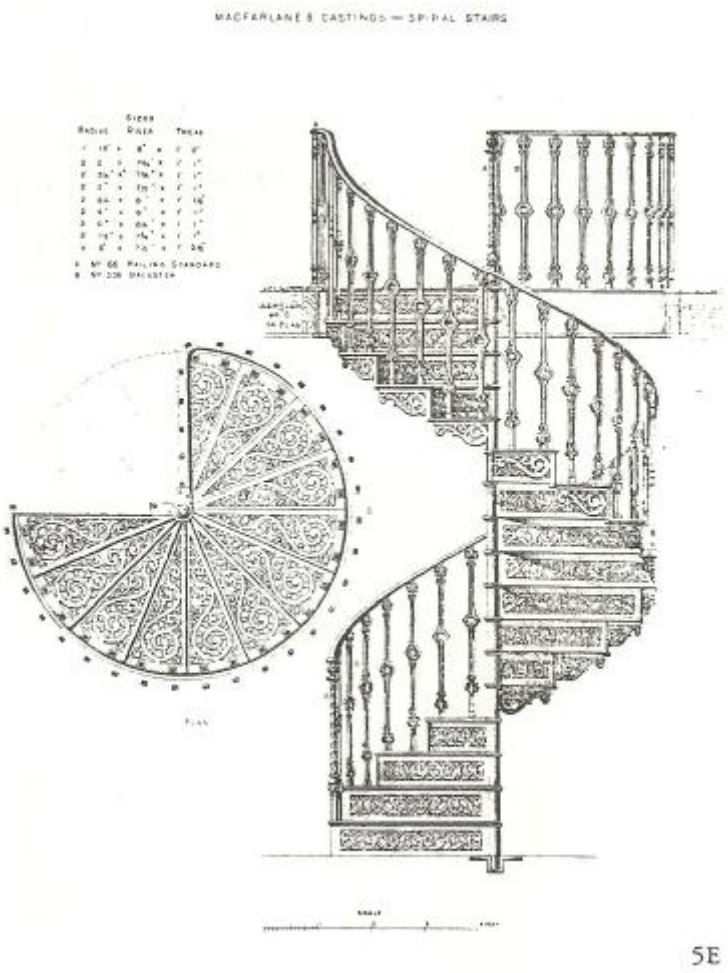
Figura 3 – Fachadas pré-fabricadas



(fonte: SILVA, G. G. da, 1988, p. 44)

São também encontrados catálogos oferecendo desde elementos estruturais como colunas e vigas, com diferentes acabamentos, até escadas (figura 4) que caracterizam claramente um kit pré-fabricado, neste caso resolvendo a passagem de nível entre andares, da mesma forma que um kit porta pronta soluciona a passagem entre dois cômodos de forma completa e industrializada (SILVA, G. G. da, 1988, p. 41-54).

Figura 4 – Escada em ferro fundido



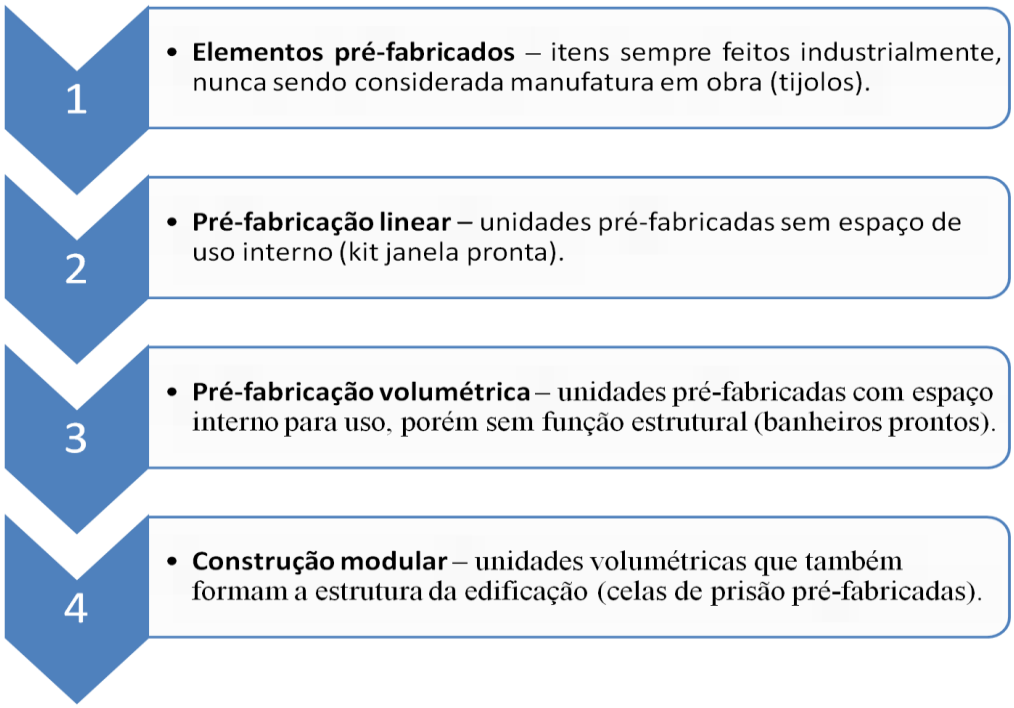
(fonte: SILVA, G. G. da, 1988, p. 54)

Os kits se mostram então somente um dos graus de pré-fabricação, adotados desde o século XIX. Assim, torna-se necessário dividir a pré-fabricação em diferentes categorias e definir as terminologias utilizadas para melhor analise da mesma, o que é feito no capitulo seguinte.

4.2 CATEGORIAS

A pré-fabricação pode ser dividida em categorias conforme seu grau de trabalho realizado industrialmente (figura 5). Essa divisão é importante para definir claramente com que se planeja trabalhar, especialmente quanto à separação de pré-fabricação linear e volumétrica, as mais utilizadas, quando se fala de fabricação fora de canteiro (GIBB, 2001, p. 3).

Figura 5 – Categorias de pré-fabricação



(fonte: baseada em GIBB; ISACK, 2003, p. 146-160, tradução nossa)

Logo, no caso de sistemas de concreto pré-moldado podemos ter diferentes categorias de pré-fabricação. Desde elementos como uma verga pré-moldada para portas e janelas, passando por fachadas pré-fabricadas até o caso do banheiro pronto como exemplo de pré-fabricação volumétrica.

Como exemplo de pré-fabricação linear, os KPF discutidos no presente trabalho não se encontram em uma escala elevada dentro da divisão mostrada, permitindo que empresas avessas ao risco do investimento na retirada de trabalho do canteiro optem por esta possibilidade como passo inicial.

A pré-fabricação também vem sendo classificada tradicionalmente como:

a) aberta ou fechada;
b) pesada ou leve;
c) fábrica fixa ou desmontável.

Conforme Brizolara (1979, p. 17-19) a pré-fabricação fechada consiste de um ciclo fechado de produção que reúne projeto, fabricação, transporte e montagem dos elementos pré-fabricados sob gerenciamento de uma empresa que esteja efetivamente construindo a obra.

Assim tem-se liberdade para praticamente o que se quiser projetar e os elementos são criados para uso restrito das obras da mesma. Como os processos são todos controlados pela mesma empresa os custos acabam sendo menores, porém existe a necessidade de uma continuidade maior de produção, quando comparada a pré-fabricação aberta, para sua viabilidade. Ou seja, a classificação aberta visa o uso dos componentes em qualquer tipo de edificação, enquanto a fechada se restringe a um conjunto limitado de empreendimentos.

A pré-fabricação pesada é a que exige maquinário de grande força para movimentação dos componentes, como o concreto pré-moldado. A leve por sua vez, é a que permite movimentação por operários ou maquinário leve, como será o kit posteriormente analisado no estudo de caso do trabalho.

Brizolara (1979, p. 37-38) descreve a pré-fabricação em fábrica fixa como sendo uma operação por um período longo de tempo em um mesmo local, exigindo assim maiores investimentos. Já sua classificação oposta instala-se por alguns anos mudando-se posteriormente para outro local. Apesar do menor investimento inicial, a fábrica desmontável tem como ponto negativo a necessidade de nova aplicação de capital para sua realocação.

A pré-fabricação linear ocorre então de modo geral (caso do kit porta pronta): de modo aberto (produção visando uso em qualquer edificação), leve (facilitando o transporte) e de fabrica fixa (produção seriada). Conforme parágrafo anterior, a **fábrica fixa** reduz o custo, porem dificultando o transporte por se encontrar possivelmente distante ao canteiro. Essa dificuldade é no entanto, amenizada no caso especifico dos kits por serem também uma pré-fabricação do tipo **leve**. Já o fato de ser uma pré-fabricação **aberta**, induz a dificuldades de interface pela necessidade de instalação em diferentes empreendimentos, se tornando uma das grandes restrições do kit pré-fabricado.

4.3 PRÉ-FABRICAÇÃO LINEAR

São subsistemas pré-fabricados lineares, que solucionam uma demanda da edificação de forma completa. A porta pronta, como já citado, resolve a interface para passagem entre ambientes, só precisando ser fixada em seu devido lugar para uso. Carrió (1974, p. 15, tradução nossa) já definia claramente subsistemas como “[...] partes do sistema que resolvem

algo independentemente, com um grupo de elementos combinados de acordo com leis especiais e estudados de tal modo que obedeçam a coordenação modular do sistema.”.

Assim, a pré-fabricação linear permite um processo industrializado mais avançado, com a criação de projetos pré-definidos baseando-se no uso de diferentes kits e suas interfaces. Devem ser acompanhados então de uma especificação cuidadosa, pois os melhores componentes podem não formar o melhor kit, uma vez que devem trabalhar juntos de forma a atender os requisitos de desempenho e orçamento exigidos. Conforme Silva[3] (G., c1999) “[...] é importante que os projetistas conheçam os produtos disponíveis, de forma a buscar a racionalização também no quesito custos.”.

Carrió (1974, p. 23-25, tradução nossa) divide os diferentes processos de projeto em cinco (figura 6), sendo eles:

a) processo primitivo: o usuário solicita o projeto e execução e elas são feitas por um mesmo integrante da cadeia, com manufatura artesanal;

b) processo convencional: o usuário solicita um projeto a um arquiteto, dadas suas necessidades, e este projeto é então entregue para um terceiro integrante que constrói o que foi especificado, com possível uso de componentes pré-fabricados;

c) processo industrializado I: o usuário escolhe uma edificação, dentre opções limitadas desenhadas por um projetista e esta é posteriormente executada pelo agente construtor;

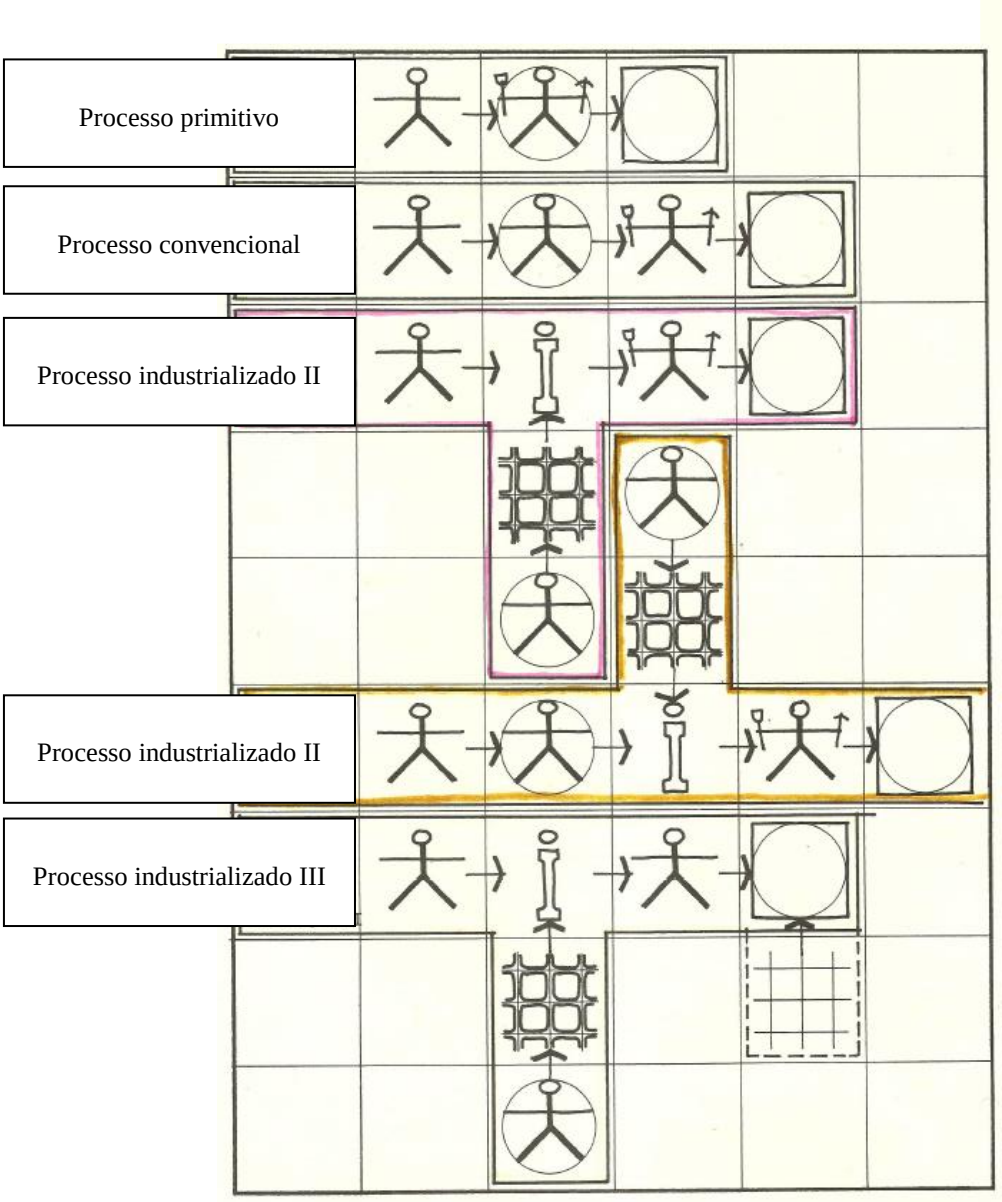
d) processo industrializado II: o usuário descreve suas necessidades a um arquiteto, o mesmo escolhe os sistemas industrializados pré-definidos por um projetista da indústria e os mesmos são então reunidos e executados pelo agente construtor;

e) processo industrializado III: como possibilidade final o usuário escolhe a edificação pronta, de catálogos públicos ou particulares e tem a entrega realizada com todos os processos construtivos industrializados.

O uso de kits, processo industrializado II segundo as classificações acima, pode ser visto como um processo extremamente racionalizado, em que o usuário obtém uma edificação em maior sintonia com suas necessidades e possibilidades.

[3]Em entrevista com Erick Viegas, gerente comercial da Engekit.

Figura 6 – Processos de projeto



(fonte:adaptado de CARRIÓ, 1974, p. 24)

A maior produtividade é evidente, caso também exista um esforço de projeto executivo e controle por parte de todos envolvidos, da mesma forma que qualquer um dos outros níveis de pré-fabricação. É o que afirma Erick Viegas, em entrevista para Silva[4] (G., c1999):

> Os kits compõem um sistema construtivo racionalizado como um todo, mas sozinhos são apenas materiais pré-montados. Para o sucesso do projeto, é preciso um detalhamento de todas as etapas de serviços e suas interfaces, buscando minimizar as interdependências, e otimizar o fluxo dos serviços dentro do canteiro de obras.

[4]Em entrevista com Erick Viegas, gerente comercial da Engekit.

4.3.1 Kits pré-fabricados

Existem muitas possibilidades de pré-fabricação por meio de kits, algumas delas são então citadas agora, tendo sido analisado o mercado das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Um dos kits disponíveis é o hidráulico (figura 7), que é dividido entre os vários subsistemas da edificação e que segundo Silva (G., c1999):

> [...] são compostos por tubos, conexões e acessórios, como medidores, que reproduzem a instalação hidráulica completa. Alguns modelos contam com estruturas metálicas ou plásticas para fixação em alvenaria ou em *drywall* e também componentes de acabamento
>
> O mercado brasileiro já conta com diversas opções de conjuntos hidráulicos, sendo que os mais comuns são o kit chuveiro, o kit esgoto, o kit de prumadas, o kit isométrico, o kit chassi para lavatórios, cubas e tanques, e o kit abrigo para medidores.

Figura 7 – Kits hidráulicos

(fonte: FARIA, 2008, p. 45)

De forma similar aos kits hidráulicos, também podem ser utilizados kits elétricos em prédios que contém grande repetição de pavimentos iguais, aumentando a produtividade na instalação dos cabos já presos nos chamados ‘chicotes’ (FARIA[5], 2008, p. 45).

Além destes, o *drywall* pode ser citado como um kit pré-fabricado que soluciona as divisões entre ambientes, ainda que seja feita a ressalva de que ele necessita de mais processos dentro do canteiro, sendo uma forma híbrida entre kit e construção artesanal. Ele consiste de “[...] duas placas de gesso acartonado acopladas em estruturas metálicas (resistentes à corrosão), que dispensam as argamassas do sistema tradicional.” (LESSA, 2005, p. 1).

[5]Em entrevista com Roberto Barboza, diretor técnico da Sanhidrel.

O sistema de paredes com gesso acartonado, além de permitir uma construção seca e leve, tem o beneficio de permitir a passagem de tubulações elétricas e hidráulicas sem o trabalho de quebras que acontece na alvenaria sob a técnica de construção em alvenaria. Segundo Lessa (2005, p. 15-17) os condutos elétricos devem ser colocados de forma que não sejam danificados por cantos vivos ou parafusos e devem também receber o devido isolamento na passagem entre os perfis de aço. Já as instalações hidráulicas são revestidas com uma fita para isolamento sonoro e tem seu acesso para manutenção por meio de *shaft*. Ainda conforme Lessa (2005, p. 10-11) os painéis de gesso, além do modelo padrão, contam com outros dois modelos: chapa resistente a umidade, com absorção máxima de água de 5% e chapa resistente a fogo.

As vantagens do kit são muitas, sendo as principais sua versatilidade e baixo peso específico. Assim, a velocidade construtiva obtida por esses dois fatores agregados e a diminuição de desperdício possibilitada, aumentam a produtividade final, tornando o *drywall* opção para racionalizar as construções (LESSA, 2005, p. 44-45).

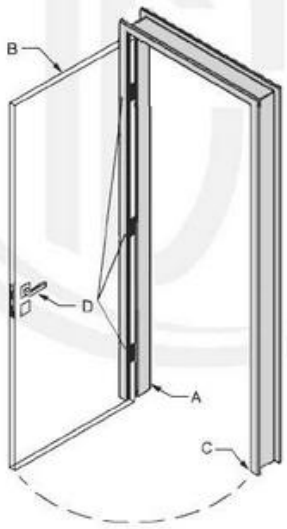
Como desvantagens, possivelmente o maior problema no kit é o vazamento acidental da rede hidráulica, pois o problema não é tão facilmente percebido como no caso da alvenaria. Como a parede oca esconde o vazamento, ele pode provocar grandes danos até ser identificado. Outros problemas que podem ocorrer são a formação de fungos pela umidade do ar, caso não seja aplicado fungicida, e o som oco que não agrada parcela dos usuários finais, especialmente quando o sistema não é projetado adequadamente (LESSA, 2005, p. 46).

Outros exemplos de kits de pré-fabricação linear são os painéis arquitetônicos para fachadas de edificações, muitas vezes em concreto pré-moldado e kits para janelas, similares aos existentes para portas. O kit porta pronta foi o escolhido como estudo de caso, sendo no próximo capítulo primeiramente descrito o modelo de porta tradicional, e então a mudança para o sistema industrializado.

4.3.2 Porta

Elemento de vedação e acesso entre espaços em uma edificação, a porta convencionalmente é constituída das seguintes partes (figura 8). Neste texto optou-se por utilizar o termo **guarnição** invés de alizar, mantendo as outras denominações da figura apresentada.

Figura 8 – Porta



Legenda

A marco
B folha da porta
C alizar
D ferragens

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011, p. 1)

Tradicionalmente, a porta pode ser montada em obra com estes 4 elementos separados. As condições para inicio dos serviços são: alvenaria pronta (plana e aprumada), já chapiscada no caso de uso da espuma de poliuretano e níveis finais do piso definidos.

A instalação ‘artesanal’ da porta, segundo Yazigi (2009, p. 531-532), inicia pelo posicionamento do marco no local, mantendo a folga necessária (10 a 15 milímetros) entre o mesmo e a parede. Trava-se o conjunto com cunhas de madeira e verifica-se o prumo. Assim que o conjunto encontra-se nivelado, é então preso por meio de espuma expansiva ou parafusos. Caso sejam utilizados parafusos, os vãos entre a parede e o marco são preenchidos com argamassa de areia e cimento e são coladas cavilhas para escondê-los, cortadas rente a face do marco.

Com o marco no lugar, inicia o trabalho na folha. Ela é sobreposta ao marco para marcação dos ajustes (caso sejam necessários), que são então serrados. As posições das dobradiças e fechadura são marcadas e então entalhadas, posteriormente fixando as ferragens. Por fim, são serradas as guarnições e instaladas nos dois lados da porta, internamente e externamente ao cômodo.

4.3.3 Kit porta pronta

Para evitar esse processo artesanal descrito, um dos kits mais utilizado nos dias de hoje é o de **portas prontas** (figura 9), tecnologia que surgiu a partir de metade da década de 1990. É composto geralmente por folhas de porta em madeira, marco (ou batente) e guarnição, assim como dobradiças e fechadura. Os conjuntos são transportados embalados e com identificação quanto ao ambiente a serem instalados e a direção de abertura (SILVA, G., c1999).

Figura 9 – Kit porta pronta

(fonte: SILVA, G., c1999)

Conforme Figuerola (2005, p. 16):

> "O kit porta-pronta é vendido contendo os batentes, guarnições, dobradiças e fechadura, tudo montado e com acabamento. Apesar dessa facilidade, é preciso seguir algumas recomendações: o sistema deve ser montado na fase final da obra, com o piso e o teto acabados e a pintura das paredes com, no mínimo, uma demão de tinta. O vão deverá ter as medidas certas para um encaixe perfeito. A porta é fixada com uma espuma expansiva de poliuretano e é preciso manter o kit intocado até a completa expansão da espuma. O vão tem de estar chapiscado, emboçado e limpo. Numa parede de gesso (*drywall*), [...] essa superfície deve ser a própria estrutura

> metálica e nunca a chapa de gesso. As ferramentas que você deve ter são: macete de borracha, prumo, nível, cunhas de madeira, espuma expansiva de poliuretano [...], lapis para carpinteiro, metro ou trena, esquadro e cola branca."

De acordo com Silva[6] (G., c1999), as vantagens do kit porta pronta são a simplificação do processo de compras, a facilidade de instalação e principalmente o melhor gerenciamento do fluxo de caixa por parte da construtora, já que a compra das portas pode ser então posicionada para a fase final da obra.

As desvantagens do kit são uma menor possibilidade para retrabalho e mudanças de projeto. O problema se agrava ainda mais no Brasil, pois Cichinelli[7] (2014, p. 6) afirma que a falta de padronização das obras brasileiras eleva o preço do sistema em até 50%, já que o produto é feito sem uma base fixa de modulação geral. Além disso, o custo de instalação aumenta pela necessidade de reposições, retrabalho e tempo, fazendo com que um sistema que deveria levar 30 dias para ser instalado algumas vezes possa levar seis meses.

A NBR 15930[8], que trata especificamente de portas de madeira para edificações, aliada a NBR 15575[9], trazem uma perspectiva de desenvolvimento de tecnologia e aumento de qualidade que parece se alinhar ao uso dos kits porta pronta. As duas são normas distintas, no sentido de que enquanto a Norma de Portas de Madeira trata especificamente deste produto, a Norma de Desempenho de Edificações engloba vários subsistemas de maneira integrada, para um desempenho satisfatório na durabilidade da edificação e conforto do usuário. Porém, existem as interfaces entre ambas, como por exemplo, nos comportamentos acústico e térmico, em que o desempenho da parede depende da porta. Assim, as portas devem seguir um padrão de qualidade para que junto de outras partes da edificação funcionem corretamente, dentro dos padrões de desempenho estabelecidos (LIMA[10], 2014, p. 21).

No que diz respeito ao desempenho das portas, Cichinelli[11] (2014, p. 9) afirma que:

---

[6]Em entrevista com Newton Bandini, diretor de marketing da Jorsil.
[7]Em entrevista com Roberto Pimentel Lopes, diretor da Multidoor e coordenador do PSQ-PME.
[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15930**: Portas de Madeira para Edificações. Rio de Janeiro, 2011.
[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
[10]Em entrevista com Cláudio Mitidieri, relator da Norma de Desempenho de Edificações.
[11]Em entrevista com Cláudio Mitidieri, relator da Norma de Desempenho de Edificações.

> A nova norma deixa claro o perfil de desempenho em função do uso de cada porta. Há classes de porta, como as resistentes à umidade, para uso interno e externo, dentre outras. É a partir dessas classes de desempenho que se espera que as construtoras comecem a especificar os produtos.

Conforme Cichinelli[12] (2014, p. 7), o **desempenho acústico** é um dos principais motivos de debate, já que as portas precisam atender uma isolação maior ou igual a 40 decibéis para separação de unidades distintas, valor difícil de ser atingido. Para obter esse valor são utilizados:

a) sistema de vedação entre soleira e folha;
b) amortecedores com material resiliente;
c) maior densidade superficial da folha;
d) adequada pressão de fechamento;
e) adequada precisão dimensional.

Esta referência de desempenho em norma ajuda a retirar do mercado, ou forçar uma melhora, de empresas que não primam pela qualidade de seus produtos. Compartilhando dessa visão, Cichinelli[13] (2014, p. 9) afirma:

> As boas empresas possuem departamento de desenvolvimento de produto dentro das fábricas. Mas a grande maioria das construtoras ainda insiste em comprar porta no modelo antigo, em que os conhecimentos eram empíricos, passados de pai para filho. O programa de qualidade foi criado para resolver e equacionar essas questões de mercado.

A NBR 15930 ainda tem duas partes que devem ser publicadas neste mesmo ano, "Já publicamos as partes 1 [terminologia e simbologia] e 2 [requisitos] da norma, que devem passar por uma pequena revisão. As partes 3 e 4 estão em desenvolvimento e devem sair em 2015." (CICHINELLI[14], 2014, p. 9). Essas partes irão descrever requisitos adicionais, instalação e manutenção.

O processo de instalação do kit porta pronta segue uma lógica simples, bem explicitada em (FIGUEROLA, 2005, p. 16-18) e adaptada agora para o texto. A porta é primeiramente retirada da embalagem e cuidadosamente colocada no vão a que se destina, mantida com as folgas necessárias por meio de cunhas de madeira (figura 10). Nota-se a presença de

[12]Em entrevista com Thiago Salaberga Barreiros, pesquisador do IPT.
[13]Em entrevista com Roberto Pimentel Lopes, diretor da Multidoor e coordenador do PSQ-PME.
[14]Em entrevista com Roberto Pimentel Lopes, diretor da Multidoor e coordenador do PSQ-PME.

travamentos de madeira segurando o marco, para manter o mesmo no lugar conforme ocorre a expansão da espuma de poliuretano.

Figura 10 – Posicionamento do kit

(fonte: FIGUEROLA, 2005, p. 16)

Verifica-se então o prumo, alinhamento com a parede e o espaço entre marco e a parede (que deve ser de 1 a 1,5 centímetros). Confirmados os critérios citados, aplica-se a espuma expansiva (utilizando as proteções para olhos e mãos) em toda extensão do batente.

Após 30 minutos as cunhas já podem ser retiradas e passadas 6 horas a espuma esta completamente seca, com um estilete são cortados os excessos (figura 11). São então retirados os travamentos e as guarnições podem ser coladas. Por fim, é colocada a ferragem e a porta é testada para garantir o sucesso da instalação.

Figura 11 – Espuma de poliuretano

(fonte: FIGUEROLA, 2005, p. 18)

Este kit será posteriormente melhor explicitado quanto a suas qualidades para uso por empresas do setor de construção, por meio de entrevistas com profissionais empenhados na expansão de seu uso. A introdução da Norma de Desempenho proporciona uma nova etapa dentro da pré-fabricação construtiva, sendo novamente observada, conforme prosseguimento do trabalho.

5 ESTUDO DE CASO

Nos capítulos anteriores, a pesquisa percorreu o caminho que a inovação na construção brasileira tomou, culminando em uma maior industrialização ao final da década de 1990. Com o intuito de aumentar a produtividade nos canteiros de obra, foram adotados novos sistemas construtivos, novos sistemas de gestão, e inclusive o próprio distanciamento destes canteiros.

Afinal, uma vez que a **industrialização** de um setor produtivo encontra uma maior resistência quando produz um produto fixo ao solo, como uma edificação, além de outras condições específicas já citadas, surge como alternativa a simples retirada estratégica da manufatura para o ambiente industrial.

No capítulo em que foram definidas as quatro categorias de pré-fabricação, é observado um incremento das vantagens, assim como das desvantagens, conforme se aumenta o nível de pré-fabricação. Partindo de elementos pré-fabricados mais simples possíveis como o tijolo, até uma construção completamente modular, se aumenta o controle de qualidade, velocidade construtiva, assim como problemas com interface, transporte e custo. A pré-fabricação por kits apresenta então um primeiro passo dentro da cultura construtiva brasileira, que precisa se consolidar para que os próximos então sejam dados, e termos como *standardisation, pre-fabrication* e *pre-assembly* vistos em pesquisa sejam mais presentes como alternativas viáveis.

A pesquisa bibliográfica se mostrou útil para solucionar uma boa parte das dúvidas iniciais quanto ao tema proposto. Porém, para um entendimento pleno da situação atual e êxito nos objetivos propostos inicialmente, se realizou um estudo de caso do kit porta pronta, como um meio de análise sobre o uso da pré-fabricação na região em questão.

5.1 MÉTODO

Além da visitação de duas obras para observar a instalação dos kits, foram feitas entrevistas com diferentes profissionais envolvidos na área, sem que necessariamente as perguntas se repetissem, a fim de tirar o máximo proveito da experiência e conhecimento de cada um

dentro de aspectos menores do assunto geral. Esse método de coleta de dados qualitativo e com entrevistas individuais é descrito por Ribeiro e Milan (2004, p. 9):

> As entrevistas individuais são aquelas onde o entrevistador fica frente a frente com o respondente, tendo a oportunidade de explorar em profundidade um determinado tema ou objeto de pesquisa. A abordagem é essencialmente qualitativa, o número de entrevistados é pequeno e o envolvimento do entrevistador é muito grande, interagindo diretamente com o respondente que detém as informações.
>
> Em geral, as entrevistas têm duração aproximada de uma hora e são conduzidas pelo próprio pesquisador. O pesquisador, por sua vez, pode não utilizar roteiros ou adotar roteiros semi-estruturados, apenas para assegurar que os tópicos de interesse serão cobertos. As perguntas e respostas obtidas [...] são transcritas e, posteriormente, [...] analisadas em conjunto com o material das demais entrevistas.

Baseando-se nesta classificação, foram feitos roteiros **semi-estruturados**, de modo a cobrir os temas reconhecidos na Pesquisa Bibliográfica como relevantes à análise de um sistema pré-fabricado. Estes roteiros são, de acordo com Ribeiro e Milan (2004, p. 10), compostos por perguntas previamente estabelecidas pelo entrevistador, que servem como um guia para a condução da entrevista. Ainda assim, as entrevistas individuais não seguem uma estrutura rígida, de modo que o entrevistador deva estar propenso a completar o roteiro com novas perguntas, diretamente motivadas pelas informações que vão sendo dadas ao longo da entrevista.

Os perfis buscados foram de profissionais com conhecimento técnico quanto a características de sistemas construtivos pré-fabricados e desempenho dos mesmos, assim como profissionais envolvidos diretamente no mercado, tanto de fornecimento quanto de instalação dos kits, procurando encontrar os ‘gargalos’ na escolha de trabalhar com o kit porta pronta.

Os entrevistados foram: Roberto Pimentel Lopes, diretor técnico do comitê de portas da ABIMCI (Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente) e um dos coordenadores do PSQ-PME (Programa Setorial da Qualidade de Portas de Madeira para Edificações), Luiz Henrique Panno, Engenheiro Civil e Representante Comercial da empresa fabricante de portas Vicaima, Alexandre Souza da Rosa, proprietário da Art Mont LTDA (empresa porto alegrense com 5 anos de atuação na instalação do kit porta pronta) e por fim um pesquisador de São Paulo, reconhecido dentro da área (especialista em desempenho de sistemas construtivos), que respondeu a todas as perguntas solicitadas, mas preferiu não ser citado nominalmente.

Duas entrevistas foram feitas por meio de questionário enviado por e-mail (voltadas para os profissionais de outros Estados e que agora são refenciados como **Coordenador** e **Pesquisador**) e duas realizadas pessoalmente, (caso do representante da Vicaima, a partir de agora referenciado como **Fornecedor** e do proprietário Art Mont, a partir de agora referenciado como **Instalador**). Estas entrevistas foram gravadas, com devida permissão de ambos, e posteriormente transcritas conforme constam no apêndice ao final do texto, para análise própria do leitor. Os entrevistados ficam então definidos como:

a) Coordenador (Roberto Pimentel Lopes);
b) Pesquisador;
c) Fornecedor (Luiz Henrique Panno);
d) Instalador (Alexandre Souza da Rosa).

5.2 RESULTADO

As entrevistas foram realizadas com foco em pré-fabricação com o uso do kit porta pronta, consolidando o que foi encontrado na literatura, praticamente toda estrangeira, assim como gerando mais informações especificas ao kit do estudo de caso. São a seguir analisados os seguintes parâmetros:

a) projeto;
b) custo;
c) instalação (interface);
    a) mão de obra;
    b) produtividade e transporte.
d) transporte;
e) desempenho.

5.2.1 Projeto

Como primeiro objeto de analise, assim como em geral o primeiro processo (de modo temporal) nos empreendimentos, tem-se o Projeto. Inicialmente se questionou então o Pesquisador, visando elucidar se a padronização e pré-fabricação afinal limitam as possibilidades de arquitetura quanto à estética dos edifícios.

Assim como autores citados ao longo deste trabalho, a resposta foi no sentido de negar essa preocupação. Ele coloca em sua resposta que é correto pensar que uma produção industrializada necessita de uma padronização e não pode ter a mesma possibilidade de diferenciação entre produtos da produção artesanal, porém, acabamentos diferentes podem aliviar esse paradigma imposto. Também, conforme seja possível aplicar diferenciações estéticas e manter as medidas, já se pode ao menos seguir uma **modulação**, permitindo assim uma construção racionalizada. Trabalhando com estrutura de concreto pré-moldado, chapas internas de *drywall*, kits de portas, e janelas pré-fabricadas, há de se ter um mínimo de padronização e modulação de forma que se consiga então implantar todos estes produtos na edificação. Essa modulação inclusive é o ponto de partida necessário para o uso efetivo de *software* BIM (*building construction modeling*), sendo que a construção artesanal não consegue estabelecer a previsibilidade necessária para uma programação detalhada como essa e assim prescinde de seu potencial completo.

O Pesquisador, quando perguntado sobre o que restringe um uso maior da pré-fabricação, cita, além da mão de obra e interface, novamente a necessidade de uma maior coordenação modular nos projetos, de modo a compatibilizar as diferentes variações dimensionais dos kits, sistemas e elementos da forma mais eficiente. Assim, entende-se que a coordenação modular do projeto ajuda tanto a solucionar a limitação da arquitetura, criando padrões dimensionais como base para diferenciações estéticas, como também resolver a restrição do uso de pré-fabricação por dificuldades com a interface dos sistemas.

Quando perguntado sobre como efetivamente resolver estes problemas de interface, o Pesquisador é categórico em afirmar que os mesmos devem ser resolvidas nas fases anteriores a da obra, durante o projeto e planejamento, sendo dificilmente bem equacionadas depois.

Esse nível de detalhamento que a pré-fabricação exige dos projetos é visto como uma restrição conforme visto no Projeto de Pesquisa, especialmente por necessitar do projeto final completo antes de solicitar os sistemas industrializados, o que pode se tornar critico nos casos em que existe um prazo curto para elaboração do projeto. Quanto a essa questão existem dois pontos interessantes. O primeiro foi visto ainda durante a pesquisa, uma necessidade de maior detalhamento de projeto cria vantagens posteriores, mesmo que demande custo antecipadamente, diminuindo retrabalho e aumentando controle de qualidade, certeza de

prazos e custos. O segundo ponto surge quando é perguntado ao Fornecedor, quando se deve começar o processo de compra dos kits porta pronta.

Segundo afirma o Fornecedor são necessários por volta de 120 dias para providenciar a entrega das portas, que devem ser instaladas preferencialmente nos momentos finais da obra, tornando o kit porta pronta um pouco mais flexível em relação a antecipação de projeto. Assim, mesmo que os vãos sejam parte do projeto inicial, o projeto detalhado das portas pode ser feito posteriormente sem grandes agravantes. A espessura da parede, que pelas entrevistas se mostra a dimensão com maior variação em obras, vem sendo solucionada com o fato que muitos kits também contam com guarnições reguláveis, visando se adaptar a variações de espessura encontradas.

Como última análise dentro da questão de projeto, foi perguntado ao Pesquisador sobre o último processo industrializado de projeto proposto por Carrió (página 33 deste trabalho), em que a edificação é totalmente composta por sistemas pré-fabricados escolhidos pelo usuário final. Essa possibilidade, porém, se mostra difícil na visão do Pesquisador por dois motivos principais. Um deles sendo os valores envolvidos na compra de um imóvel, com financiamentos extendidos por décadas, e o segundo sendo o valor dos terrenos, assim como a verticalização das construções induzida por esse custo de terra nas grandes cidades. Uma aproximação do consumidor final no uso da pré-fabricação se torna então bastante difícil, pelo longo tempo dos processos financeiros e construtivos envolvidos.

5.2.2 Custo

Possivelmente o parâmetro tido como maior limitador do uso da pré-fabricação pelas Construtoras, é também o mais complexo para análise, uma vez que seria necessária uma quantia de dados consideravelmente maior do que a permitida pelos recursos disponíveis neste trabalho para uma completa avaliação. Ainda assim, conforme observadas respostas relevantes quanto ao tema nas entrevistas, alinhadas com o descrito na pesquisa, assim como pela relevância do critério, torna-se necessária sua apreciação.

Por mais que o custo total seja maior, o Coordenador afirma que a redução de incertezas, tanto construtivas como de custo final, tem um valor que deveria ser considerado, assim como a simplificação do processo de compra dado pelos kits que reúnem elementos antes

comprados separadamente. Essa simplificação e redução de incertezas facilitam a gestão do canteiro que, conforme descrito anteriormente, sofre pela manutenção de inúmeras atividades que não agregam valor ao produto final, além do aumentar a qualidade, pela produção em um ambiente industrial.

Quanto a esse aumento da qualidade, quando perguntado se o custo é o maior empecilho para o uso maior de kit porta pronta, o Fornecedor lembra que no Brasil os imóveis ainda são muito valorizados em termos de sua localização, porém cresce uma exigência maior por parte do usuário final, que deve ser potencializada com as Normas de Desempenho que tem sido publicadas no Brasil nos últimos anos. Desempenho acústico e térmico são exigências que as empresas fornecedoras devem se adequar, mas que são difíceis de controlar dentro da construção artesanal. Mesmo que se use espessuras cada vez maiores, no caso de desempenho acústico, a precisão dimensional de vãos pré-fabricados é dificilmente obtida no canteiro de obras. Então, a qualidade maior, perceptível nos kits pré-fabricados, acrescenta um valor que tende a ser cada vez mais perceptível no mercado, aumentando o retorno do investimento feito pelas Construtoras.

O Pesquisador entrevistado ainda afirma que os custos de sistemas pré-fabricados podem ter retorno ao longo do período de uso da edificação, pela diminuição de custos de operação e manutenção. Sua padronização e produção em escala também permitem alcançar uma melhor modulação da edificação, diminuindo custos da obra como um todo. Conforme se aumenta o nível de pré-fabricação, diminui a quantidade de operários dentro do canteiro, proporcionando novamente uma melhor gestão do mesmo.

Tanto Fornecedor como Instalador apresentam dados que demonstram uma velocidade construtiva consideravelmente superior no caso do uso dos kits porta pronta, assim como uma redução do custo global. O custo de instalação da porta adequando os diferentes elementos no momento da instalação representa duas vezes o custo da instalação dos kits. Então uma vez que essa instalação siga os parâmetros corretos e seja feita no período de obra ideal, ocorre uma grande possibilidade de **redução de custo** comparada a porta tradicional.

5.2.3 Instalação

A instalação do kit pré-fabricado, ocorrendo nas mais diferentes edificações, implica trabalhar com diferentes interfaces. De acordo com o Fornecedor, o kit porta pronta pode ser instalado tanto em *drywall* como alvenaria estrutural e convencional, alterando somente a espessura do marco. Porém, embora o kit porta pronta seja relativamente simples e possa ser projetado para variadas espessuras de parede, existem condições importantes para sua correta instalação.

Quando perguntados sobre etapas a serem concluídas antes da instalação dos kits, Fornecedor e Instalador comentam que devem estar concluídos: piso, paredes (já pintadas com uma demão), e teto. A importância da execução destes serviços anteriormente ocorre especialmente pelo risco de danificar as portas instaladas, mesmo que elas tenham uma película plástica que as protege de manchas. Essa visão é confirmada pelos profissionais envolvidos, pois quando perguntado ao Fornecedor qual o maior problema que se encontra durante a instalação o mesmo afirma que para cumprir cronogramas, tanto físicos como financeiros, as Construtoras executam as portas com outros serviços ao mesmo tempo, muitas vezes danificando as mesmas. Ambos concordam que os ‘serviços molhados’ são fonte de danos as portas, sendo que o Instalador menciona um caso de grande prejuízo financeiro a uma empresa da região que teve de trocar kits em um empreendimento por este motivo.

Os dois profissionais afirmam também em entrevista, quanto a processos anteriores a instalação das portas, que as empresas de Porto Alegre e possivelmente de outras cidades no país não detalham o piso a ser instalado, ou alteram o mesmo posteriormente. Isso leva a um dos mais freqüentes problemas de interface atualmente, pois é percebido após a chegada dos kits (na pior hipótese somente no momento de instalação do piso, ou com o piso instalado, porém diferente do especificado inicialmente para o fornecedor). As conseqüências dessa indefinição do piso são: retrabalho cortando a porta no caso do piso mais alto, ou retrabalho aumentando o piso para vão correto abaixo da folha. Os danos causados aos kits acabam onerando consideravelmente o orçamento da obra, pois em geral cada kit deve ser reposto completamente (não se sabe de empresas que forneçam elementos de reposição para kits porta pronta).

Percebe-se então a importância, também segundo os profissionais ouvidos, da interface no uso de sistemas pré-fabricados, que só poderia ser plenamente simplificada no caso extremo de uma empresa fornecer toda edificação, projetando assim cada sub-sistema pensando nos que o

circundam. O Pesquisador confirma essa visão afirmando que os problemas de interface devem então obrigatoriamente ser resolvidos na etapa de Projeto, sob pena de aumento de custos. O esforço de projeto executivo por parte das Construtoras, unindo os diferentes componentes (sejam pré-fabricados ou não), reflete então em maior produtividade, especialmente quando aliado a capacitação do profissional que vai lidar com os materiais.

5.2.3.1 Mão de Obra

Uma das grandes discussões dentro da Construção Civil brasileira, quanto a sua baixa qualificação com reflexos no setor produtivo, a mão de obra é um fator importante também na pré-fabricação. Afinal, mesmo que os kits sejam manufaturados e montados em uma produção seriada industrialmente, o posicionamento em obra ainda requer uma mão de obra bem treinada, a fim de garantir as potenciais produtividade e qualidade superiores que são esperadas pelo valor inicial investido.

A instalação dos kits porta pronta, é feita geralmente por empresas terceirizadas (indicadas pelas empresas fornecedoras), segundo afirma o Fornecedor, existindo também alguns casos em que empresas além de produzirem também ficam responsáveis pela instalação com uma equipe própria, agregando ainda mais valor a seu produto. O Coordenador, quando perguntado sobre a mão de obra, lembra também que existe um curso desenvolvido pelo SENAI-PR especialmente voltado para instaladores de porta pronta, mostrando que segmentação de profissionais dentro de uma cadeia de pré-fabricação já se torna realidade no Brasil. Já segundo o Instalador, a sua empresa tem um treinamento relativamente informal, baseado na passagem da experiência adquirida pelos instaladores já com alguns anos de trabalho e seguindo os passos determinados inicialmente pelas Fornecedoras as quais são credenciados. Também quanto à mão de obra ele comenta que nunca ocorreram acidentes de trabalho, mesmo os mais simples deles, especialmente dada à simplicidade de instalação das portas.

A falta de investimento das Construtoras na capacitação de seus operários, assim como a possibilidade das equipes terceirizadas em cada sistema suprirem essa demanda foi questionada ao Pesquisador e a resposta foi no sentido de acreditar, que além da indústria fixa ser parte da solução, qualificando de forma institucional e setorial a mão de obra se pode alcançar uma evolução abrangente. Assim, mesmo que as Construtoras investissem capital no

desenvolvimento dos funcionários, não haveria fuga desse pessoal, pois o setor estaria capacitado como um todo.

O governo pode também ter um papel nessa questão, podendo ser um facilitador para que as empresas que queiram começar esse processo de evolução da mão de obra tenham suporte por meio de cursos oferecidos em instituições de ensino. Porém, no fim a responsabilidade maior recai sobre o próprio setor produtivo, sendo que o SENAI seria ferramenta primordial nesse caminho.

Além desta melhor qualificação da mão de obra diretamente envolvida na instalação, conforme o Coordenador, muitos dos problemas encontrados pelos instaladores são devido à baixa qualificação dos outros profissionais, tanto de projeto como execução. Como o kit porta pronta hoje em dia se encontra difundido no mercado e tem instalação relativamente simples, os problemas de interface gerados por processos anteriores são grande parte do problema. Sem o descaso dos profissionais do empreendimento como um todo, quanto à precisão dimensional e boas práticas de Engenharia de etapas anteriores, a posterior instalação de kits pré-fabricados como porta pronta é simplificada.

5.2.3.2 Produtividade e Transporte

O transporte, conforme o Fornecedor, começa pela chegada dos kits no Centro de Distribuição de São José dos Pinhais, passando pelo transporte por caminhão até a cidade em que o empreendimento se localiza e terminando com a retirada dos kits com empilhadeira ou manualmente. Nota-se que a pré-fabricação linear apresenta uma grande facilidade de transporte, frente a volumétrica e modular, que por agregarem esse volume interno, tornam o transporte parte importante do custo de produção. Ainda segundo o Fornecedor, a taxa de descarga do caminhão se encontra próxima a 200 portas por hora, caso alugada uma empilhadeira pela Construtora.

A produtividade dos kits, assim como da porta tradicional foi obtida com dados da equipe Art Mont LTDA para dois profissionais. Dessa forma, a média obtida é de 15 a 22 portas por dia dependendo do kit. Kits que necessitam de adequação da guarnição com uso de serra acabam tendo uma etapa a mais e além disso, o fato de o kit Vicaima já contar com um lado do marco já com guarnições aumenta sua produtividade (22 por dia).

Já o modo tradicional, com uso de espuma expansiva, mas com corte para ajuste fino e montagem dos componentes em obra, consegue obter uma produtividade de aproximadamente 5 portas por dia (conforme Art Mont LTDA). Como o trabalho não tem uma análise de um número amplo de kits disponíveis no mercado, admite-se como 18 portas por dia a produtividade média para fins de comparação (tabela 1).

Tabela 1 – Produtividade média

Número de portas	**dias** (porta trad.)	**dias** (kit pré-fab.)
40	8	2
150	30	8
240	48	13

(fonte: elaborado pelo autor, com base nos dados da empresa Art Mont LTDA)

5.2.4 Desempenho

As normas de desempenho como a NBR 15575 (Norma de Desempenho de Edificações) e NBR 15930 (Portas de Madeira para Edificações) apresentam uma possibilidade de avanço considerável no sentido de maior qualidade, apresentando um padrão mínimo para o setor construtivo. Assim, elas acabam por forçar a retirada de mercado de produtos focados em baixo preço com baixa qualidade (caso seja cobrada pelo poder público e seja de conhecimento do consumidor final) e tornam evidente para as Construtoras a necessidade de racionalização de projetos e sistemas construtivos.

Foi então perguntado ao Pesquisador sobre estas normas de desempenho e sua relação com o setor de construção civil. Segundo o mesmo, as normas criam um cenário novo não somente de inovação, mas até mesmo de revolução para todo o ramo de edificações habitacionais. Desenvolvendo o assunto, ele comenta sobre a NBR 15930, que define os diferentes padrões de portas: porta interna de madeira, porta interna de madeira resistente à umidade, porta de entrada, porta de entrada resistente à umidade e porta externa. Ela também define os parâmetros mínimos de desempenho para esses tipos de porta em função do uso de cada uma. A NBR 15575 por sua vez, por ser voltada para a edificação, tem uma interface com a Norma de Portas de Madeira nos pontos onde a porta faz parte de um sistema maior, como no caso do

isolamento acústico de uma parede. Neste caso a porta precisa de um projeto para todos seus elementos: marco, folha, alisares, fechaduras, dobradiças e acessórios, para que o conjunto deles possa proporcionar junto com a vedação vertical (seja alvenaria ou *drywall*) um isolamento acústico de acordo com o especificado.

O Pesquisador ainda comenta, quando questionado se o kit porta pronta apresenta maior facilidade para garantir desempenho, que com o kit industrializado da porta é possível uma melhor precisão quanto às características necessárias do produto e especialmente possibilita testes dentro de fábrica dos kits finalizados a fim de garantir o atendimento das especificações das Normas, algo que não é possível com portas montadas com elementos distintos em obra.

O Coordenador, que participou da elaboração das partes 1 e 2 já lançadas da NBR 15930, afirma que as partes 3 e 4 devem sair até o final de 2015 e que junto com a revisão da parte 2 devem formar um documento final que vem sendo elaborado desde 2005. Quando perguntado, assim como o Pesquisador, se as normas de desempenho são importantes por criar um cenário de inovação, responde que a indústria de portas já veio se modernizando por ter sido pioneira nessa normatização e conforme essa modernização foi ocorrendo (sendo desenvolvida uma nova matriz construtiva dos produtos), foi também ocorrendo uma constante inovação dos processos industriais.

O caso da Vicaima traz outra questão interessante, pois sendo uma empresa estrangeira, segue normas européias de desempenho (segundo o Fornecedor a empresa ainda pretende realizar os testes necessários para a confirmação de sua adequação às normas brasileiras). Durante a entrevista, uma vez questionado sobre o foco da empresa em desempenho de seus produtos, o Fornecedor afirma que a fábrica produz portas com isolamento acústico de 33 ou 42 decibéis (conforme NBR 15575 o conjunto vedação vertical e porta entre apartamento e hall deve obter um isolamento mínimo de 40db), assim como proteção a fogo de 30 ou 60 minutos (mesmos valores da NBR 15930) e portas anti-intrusão, preparadas especialmente com elementos metálicos para uma maior segurança contra arrombamentos, todos creditados conforme padrões estrangeiros e vendidas com ênfase nesses valores testados em laboratório.

Por fim, o Coordenador afirma que apesar das normas de desempenho terem chegado com atraso no Brasil, a exigibilidade legal elimina a falsa cultura de qualidade apenas pela gestão certificada com ISO 9001, passando agora a toda cadeia da construção civil ter responsabilidade com o desempenho dos seus produtos. Essa afirmação resume a ferramenta

que pode ser a norma de desempenho, criando parâmetros claros para especificação dos produtos e assim proporcionando maior qualidade e perspectiva de inovação dos mesmos, porém com a ressalva de que a adaptação às normas precisa ser cobrada pelos setores públicos competentes.

5.3 PROGRAMA SETORIAL DA QUALIDADE

Para concluir o Estudo de Caso, é interessante uma registro atual sobre o PSQ-PME (Programa Setorial da Qualidade de Portas de Madeira de Edificações). Este programa, formulado pela ABIMCI (Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente), tem foco no desenvolvimento e avanço técnico das portas de madeira, sendo sua principal ferramenta a formatação e publicação de normas técnicas de desempenho, como a NBR 15930.

Segundo ABIMCI (c2015) o PSQ-PME hoje conta com a adesão de 17 fabricantes alcançando mais de 70% da produção nacional, aliança que permitiu a porta de madeira ser o primeiro produto do país cuja norma técnica deixa de ser prescritiva e passa a adotar critério de classificação por desempenho.

O comitê do PSQ-PME é formado por Caetano Balvedi Neto (Conselheiro Vice-presidente da ABIMCI e Coordenador do Comitê de Portas), Fábio Ayres Marchetti (Diretor de Relações com o Mercado) e Roberto Pimentel Lopes (Diretor Técnico e Coordenador do PSQ-PME) e tem como metas para os próximos dois anos, conforme ABIMCI (c2015):

> a) Consolidação do registro do certificado de conformidade ABNT NBR 15930 no Inmetro;
>
> b) Extensão do programa setorial da qualidade para pequenas empresas através da parceria com fabricantes de componentes da porta certificados;
>
> c) Alinhamento dos fornecedores da nova matriz construtiva da porta com a certificação de conformidade ABNT NBR 15930-2;
>
> d) Cursos de formação profissional, graduação e pós graduação específicos para a indústria de portas de madeira, arquitetos e engenheiros;
>
> e) Extensão do curso de formação e aperfeiçoamento de instalador de kit porta pronta para todo Brasil através do SENAI em cada estado;
>
> f) Distribuição e divulgação da norma de portas, ABNT NBR 15930, em escolas de engenharia, arquitetura e pequenas empresas fabricantes e construtoras;

g) Road show pelo Brasil divulgando o PSQ-PME, produtos certificados, palestras sobre especificação por desempenho e normas técnicas aplicáveis à porta;

h) Missão técnica para feira setorial na Itália (2015) e Alemanha (2016) e parceira com associações similares nestes países;

i) ENCAPP 2016 - III Encontro da Cadeia Produtiva da Porta.

Os primeiros produtos certificados com as duas partes disponíveis da NBR 15930 foram lançados em abril de 2014, aprovados pela ABNT. As portas passaram por testes físicos e mecânicos com parceria da ABIMCI com o IPT. Os ensaios realizados foram: seis ensaios mecânicos (torção estática, impacto de corpo mole, carregamento vertical, resistência ao fechamento com presença de obstrução, impacto de corpo duro e resistência ao fechamento brusco), três sobre analise de variação dimensional (desvios de forma, planicidade e variação nominal), além de variações higroscópicas tanto para folha como para marco (ABIMCI, 2014 p. 20).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca pelo aumento da produtividade, reconhecidamente necessário na Construção Civil, chega-se a conclusão que deveria existir uma maior inovação dentro de seus processos, tanto aperfeiçoando gestão e sistemas construtivos existentes, como criando novos. Essa evolução incremental, exceto em períodos favoráveis economicamente, se mostrou bastante lenta, devido a: falta de interesse dos fornecedores, necessidade de investimentos sem certeza de retorno e o período muitas vezes de médio a longo prazo deste retorno. Esses fatores, juntamente com as peculiaridades do setor descritas por Meseguer (página 21 deste trabalho) mostram a necessidade de que para acelerar essa evolução, seja necessário que trabalhem de forma conjunta, Fornecedores e Construtoras, especialmente tendo em vista que as primeiras tem maior possibilidade de investimento e estabilidade de produção para estas inovações (ao menos os setores organizados de fornecimento de matéria prima).

Para isso, é necessária primeiramente a saída do mercado de Fornecedores que praticam competição desleal, focando seus produtos em baixo custo e não atendimento de padrões mínimos de qualidade. Esta saída, proporcionada pela organização dos Fornecedores de materiais em programas setoriais de qualidade como o PSQ-PME, com um extensivo trabalho de divulgação e adequação às Normas de Desempenho e com o maior valor agregado de sistemas pré-fabricados, pode finalmente fazer com que o setor como um todo (desde fornecimento até construção) foque seus esforços na inovação e racionalização dos processos construtivos vigentes de forma mais intensa. A NBR 15930 surge como um passo importante na busca da evolução em qualidade e produtividade, possibilitando a classificação das portas por seu desempenho e durabilidade, segundo testes pré-definidos. Com um mercado organizado segundo estes critérios, o usuário final ganha em termos de qualidade e as Construtoras com a confiabilidade das portas adquiridas, especialmente no caso de kits pré-fabricados, que possibilitam uma avaliação mais segura de suas propriedades.

Assim, o presente trabalho procurou explorar a viabilidade desta possibilidade, através da pré-fabricação linear, definida pelo uso de kits sem espaço de uso interno. Um exemplo desta categoria hoje já consolidado e sendo cada vez mais usado é o kit porta pronta, juntamente com o crescente uso de: *drywall*, painéis de fachada, kit janela pronta, kits hidráulicos e

elétricos. Esses kits buscam resolver uma demanda pontual da edificação de forma completa, bastando que a interface com os demais sistemas seja solucionada anteriormente. Acabam se mostrando um nível de pré-fabricação inicial que não necessita de grandes investimentos, comparado a pré-fabricação volumétrica e modular, mas com bom retorno.

Com o Estudo de Caso realizado, percebeu-se que a pré-fabricação linear mantém algumas das restrições das outras categorias, porém em graus diferentes. Como principal restrição se tem a interface, dependente de uma série de parâmetros a serem resolvidos antes e a serem observados durante a instalação, sob pena de retrabalhos e um aumento do custo representativo. Decorrentes dessa restrição de interface, a necessidade de maior investimento em projeto e mão de obra qualificada também se mostraram problemas perceptíveis, ainda que abram também possibilidades e possam ser vistos como oportunidades de lucratividade final maior. O maior investimento em projetos básicos e executivo, com foco em coordenação modular e compatibilização de sistemas parece ser a grande necessidade do setor da Construção Civil atualmente, especialmente ao escolher retirar processos construtivos do canteiro para ambientes industriais. Para realizar esse aumento da ênfase em projeto de forma concreta, surge como possibilidade o uso de *Building Information Modeling*, unificando e racionalizando os diversos projetos das edificações (elétrico, hidráulico, estrutural, arquitetônico, etc.), da mesma forma que vem sendo usado fora do país, em maior ou menor escala. A qualificação da mão de obra por sua vez somente pode ser alcançada através de investimento do setor produtivo de forma institucional e setorial, sendo o uso de equipes terceirizadas para montagem dos kits uma solução parcial.

As vantagens do uso da pré-fabricação se mantêm na categoria estudada, sendo as principais as seguintes: redução de cronograma, confiabilidade de custos e prazos, maior higiene, segurança e controle de qualidade. Já como vantagens específicas aos KPF, o estudo do kit porta pronta apresenta como principal a facilidade com que as Construtoras podem inserir seu uso dentro de seus modelos de construção já existentes, tornando a gestão do canteiro de obras mais pratica pela retirada de um processo e terceirização de sua instalação. Em outras palavras, diferente de uma pré-fabricação mais sofisticada, o uso de kits permite liberdade para manter os outros sistemas de forma mais flexível. Também tidos como vantagens, o transporte até o canteiro e a movimentação dentro dele acabam sendo simplificados pelo menor volume dos kits porta pronta, algo que se torna um fator limitador, por exemplo, no caso de módulos prontos como celas de prisão.

A produtividade, qualidade final e desempenho tendem a aumentar significativamente com o uso de pré-fabricação linear, tornando seu uso, desde que resolvida a interface por meio de investimento em projeto e mão de obra, viável para construção de edificações na região delimitada.

REFERÊNCIAS

ABIMCI. **PSQportas**. Curitiba, c2015. Disponível em: <www.psqportas.com.br/institucional-diretoria.php>. Acesso em: 5 jun. 2015. Não paginado.

_____. Conformidade ABNT consolida PSQ-PME. **Portas de Madeira**. Curitiba, n. 2, p. 18-20, 2014.

AGOPYAN, V. A construção civil rompendo paradigmas. In: FARIA, C. P. (Org). **Inovação em construção civil:** monografias. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 67-84.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15930-1**: Portas de madeira para edificações – Parte 1: terminologia e simbologia. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BLISMAS, N. G.; PENDLEBURY, M.; GIBB, A. G. F.; PASQUIRE, C. Constraints to the use of offsite production on construction projects. **Architectural Engineering and Design Management**.Loughborough: Earthscan, v. 1, n. 3, p. 153-162, 2005. [material anexado entre 1-22]

BRIZOLARA, A. O. **A pré-fabricação e a industrialização da construção no Brasil**. 1979. 46 f. Tese (Mestrado em Arquitetura) – Núcleo Orientado para a Industrialização da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

CARRIÓ, J. M. **Sistemas Industrializados de construccion**. Madrid: Sindicato Nacional de la Construccion, 1974. Cuadernos del gabinete técnico n. 5.

CEOTTO, L. H. A industrialização da construção de edifícios: de passado letárgico para um futuro promissor. In: FARIA, C. P. (Org). **Inovação em construção civil:** monografias. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 85-106.

CICHINELLI, G. C. Mercado qualificado. **Construção Mercado**. São Paulo, n. 159, p. 1-9, out. 2014.

COZZA, E. Ação em cadeia. In: FARIA, C. P. (Org). **Inovação em construção civil:** coletânea de artigos. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 57-58.

FABRICIO, M. **Os limites da globalização e da concorrência estrangeira na construção de edifícios brasileira**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, n. 3, 2003, São Carlos [s. n.].

FARIA, R. Industrialização Econômica. **Téchne**, São Paulo, n. 136, p. 45, jul. 2008.

FIGUEROLA, V. Kit Porta Pronta. **Equipe de Obra**, São Paulo, n.3, p. 16-18, out. 2005.

GIBB, A. G. F.; ISACK, F. Re-engineering through pre-assembly: client expectations and drivers. **Building Research and Information**.Loughborough: Taylor and Francis, v. 31, n. 2, p. 146-160, Sept. 2003. [material anexado entre 1-31]

GIBB, A. G. F. Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research.**Construction Management and Economics**. Loughborough: Taylor and Francis, v. 19, n. 3, p. 307-315, 2001. [material anexado entre 1-14]

GOULDING, J.; ARIF, M. **Offsite production and manufacturing**. Rotterdam: CIB, 2013.Research Roadmap Report n. 372.

INFOPÉDIA. **Palácio de Cristal (Londres)**. Lisboa, Porto Editora, c2003. Disponível em: <http://www.infopedia.pt/$palacio-de-cristal-(londres)>. Acesso em: 24 nov. 2014. Não paginado.

LESSA, G. A. D. T. **Drywall em edificações residenciais.** 2005. 51 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

LIMA, E. C. Desempenho em foco. **Construção Mercado**. São Paulo, n. 159, p. 21-23, out. 2014.

LINO, F. A construção civil rumo a industrialização. In: FARIA, C. P. (Org). **Inovação em construção civil:** coletânea de artigos. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 61-65.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon, 1991.

PÚBLICO COMUNICAÇÃO SOCIAL S. A. **Londres pode voltar a ter o seu Palácio de Cristal**. [S. l.], set. 2013. Disponível em: <http://www.publico.pt/flash/jornal/londres-pode-voltar-a-ter-o-seu-palacio-de-cristal-27017299>. Acesso em: 18 nov. 2014. Não paginado.

RIBEIRO, J. L. D.; MILAN, G. S. Planejando e conduzindo entrevistas individuais. In: _____ **Entrevistas individuais**: teoria e aplicações. Porto Alegre: FEENG/UFRGS. 2004. p. 9-22.

SILVA, G. G. da.**Arquitetura do ferro no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1988.

SILVA, G. Kits pré-montados racionalizam e agilizam as obras. **AECweb**, c1999. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/n/kits-premontados-racionalizam-e-agilizam-as-obras_6847>. Acesso em: 24 nov. 2014. Não paginado.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

APÊNDICE A – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

1 ENTREVISTA COM LUIZ HENRIQUE PANNO:

Fale um pouco da empresa.

A Vicaima é uma empresa portuguesa com 55 anos de atuação no mercado, ficando a 50 km ao sul de Porto, norte de Portugal. A fábrica tem 60.000 metros quadrados, produzindo em torno de 1 milhão e meio de portas por ano e exportando mais de 90% da produção.

Fale um pouco do produto.

A Vicaima tem uma visão bem diferenciada de porta do que o resto do mercado. As portas vão de R$ 300 a R$ 5000, sendo portas das mais simples até uma porta para um hotel 6 estrelas em Dubai. Eu não consigo concorrer com muitas empresas daqui que tem um produto com um custo muito mais baixo e uma menor qualidade, o cliente que vai por preço não nos seleciona. Agora o cliente que compra uma vez compra sempre, por que porta é uma qualidade perceptível no empreendimento. O kit vem etiquetado com tipo, local e lado de abertura. Eles vêm também com uma proteção de plástico na parte de baixo pra quando colocar de pé não machucar a parte de baixo da porta além de uma proteção que fica até a entrega dos apartamentos. Os kits porta pronta Portaro da Vicaima vem com a folha e o marco em embalagens plásticas separadas, o marco vem dividido em seus 3 elementos, preparados para serem fixos metalicamente entre si por meio de presilhas e parafusos. Montado o marco, se coloca a folha no lugar e a instalação segue como os outros kits do mercado.

Existe um foco por parte da empresa no desempenho final? Elas seguem as normas brasileiras?

Nós temos portas com resistência acústica de 33db e de 42db. Nos não temos o selo do Brasil, temos o selo europeu e ainda estamos creditando ela no Brasil. Também temos porta corta-fogo de 30 minutos e 60 minutos. No teatro da Feevale, por exemplo, usaram uma porta de 42db, pra ter uma idéia a espessura da folha é de 57mm.

Outra coisa que eu acho interessante também e estou tentando difundir no meu trabalho são as portas de segurança. O usuário compra um apartamento de R$ 800.000 e a porta de entrada é uma porta simples, facilmente arrombada. Ele compra uma televisão de R$ 3000 e coloca lá dentro, junto com todo patrimônio. Então pra isso existe uma porta de segurança que custa R$

3000, mas tem elementos metálicos anti-intrusão, de acordo com normas européias que vão te dar um desempenho muito melhor que uma porta simples e assim uma segurança muito maior.

Como se dá o transporte dos kits?

Ai tu começa a pensar, os motivos da porta da Vicaima ser desmontável. Enquanto transportamos 400 portas a concorrência transporta 240 em um mesmo contêiner, diminuindo custo de transporte. O centro de distribuição fica em São José dos Pinhais e dali sai 'paletizado' e embalado. Tem 63 folhas (embaladas uma a uma) em cada palet, já usinadas pro tamanho de fechadura que o cliente especificou. Ao chegar na obra, se descarrega com uma empilhadeira, a uma taxa de 200 portas por hora.

Então eu tenho que ter uma empilhadeira em obra?

É, tem, custa em torno de R$ 150 a hora e o cliente aluga, ou descarrega na mão em meio turno, mas provavelmente acaba ficando mais caro dado o custo da mão de obra. Então isso é uma coisa que é importante na construção civil, tu usar alguns equipamentos pra facilitar transporte, aquilo que não agrega valor no produto.

A separação do marco e folha no kit é pensando em ser regulável?

Não, é racionalização, para reduzir o volume e o peso. Quando tu compra um móvel sob medida, como ele chega na tua casa? Embalado, usinado, e o cara monta lá. Ou seja, ele expande lá, então o conceito da Vicaima é esse. Pra questão da montagem, eu abro o pacote do marco, tenho ali os elementos das 3 partes dele em um saquinho plástico com as peças pra fixa-los.

O Brasil traz a porta da fábrica montada, danificando ao longo do transporte. Além disso o operário em obra tem que carregar o marco e a folha juntos, prejudicando sua saúde e batendo a porta pelas paredes enquanto carrega, danificando tanto as paredes como as portas.

Parece um móvel não é?

Exatamente, esse é o grande lance, é como se fosse um móvel. Outra coisa, tu olha o marco e acha fino, [o marco da vicaima tem 22mm], mas onde eu tenho as dobradiças eu tenho um reforço de 10mm, então onde precisa se tem maior espessura. Uma dupla monta 25 portas por

dia. Muita gente diz: ‘ah, tu não vem com a porta pronta’, mas ela vem pronta, preparada pra ser montada facilmente, com melhor ergonomia.

O grande problema seria a interface?

Não, hoje o mercado domina isso, a única variação que é mais complicada é a espessura da parede. Então a guarnição tem uma regulagem para atender pequenas diferenças, e essa regulagem atende mais 10mm. Ela é encaixada, pra não ter que ter pino.

O que é necessário estar pronto na obra para a instalação?

Tu instalas ela com uma demão de tinta nas paredes e acabamentos do teto prontos, especialmente se forem com gesso.

E piso não seria necessário também?

É bom, porque hoje nós temos um problema grave, a gente deixa 12mm de folga. O piso laminado é 10mm então tudo bem, mas porcelanato tem 15mm. Então se tiver o piso definido é melhor, mas aqui em Porto Alegre as construtoras não dão o piso definido, podendo ficar uma fresta embaixo do marco. Na porta da Vicaima também não precisa serrar nada em obra e quando se coloca o marco o lado de dentro do cômodo já está com a guarnição, aumentando a produtividade e qualidade, no outro dia [quando curou a espuma] eu coloco a outra guarnição regulável. A construtora tem que se dar conta que o vão tem que ser preciso, principalmente a altura e a largura, a espessura vai ser feita pra obra e com um ajuste fino pela guarnição regulável.

Eu como construtora, quando eu tenho que te procurar pra orçar e começar um pedido?

É, tem que ter um prazo em torno de 120 dias, sendo que o prazo mínimo de entrega é 90 dias. Como se obtém uma produtividade de 25 portas dia, então se calcula quanto vai precisar pra instalar tudo, sendo que o ideal é montar no final da obra.

Tem alguma particularidade pra instalação em dry-wall?

Não, só o marco é mais fino.

Tem conhecimento de algum curso pra instalação das portas, do governo ou de empresas?

As fabricantes geralmente dão um curso pra empresas terceirizadas, credenciando-as e depois indicando pras construtoras.

Quais problemas que ocorrem, ou seja, o que a construtora tem que se preparar pra evitar problema com a porta pronta?

Muitas vezes, o pessoal da construtora quer botar a porta pronta antes do serviço concluído, então esse é o maior problema que a gente tem. Pra cumprir cronogramas tanto físico quanto financeiro eles atropelam etapas e querem montar a porta com outros serviços ao mesmo tempo.

O custo dos kits pré-fabricados pode ser visto como um empecilho na sua maior adoção?

No Brasil, a posição do terreno que define os valores, mais do que elementos no apartamento que agregam valor ao imóvel. Hoje em dia muito se discute o conforto térmico e acústico, tem estudos na Alemanha e Suécia chamados de *Passive House* [conceito construtivo europeu de grande eficiência energética e conforto térmico] em que eles calculam até a temperatura liberada pelo corpo humano, pra dimensionar o conforto térmico. Tanto é que o item mais caro da *Passive House* é a janela, que tem que ser vidro triplo. No Brasil ainda achamos o vidro duplo muito caro, então esses são detalhes que tu vende pro cliente.

Qual a mudança de produtividade comparada ao método tradicional

Portas do jeito antigo, tu montava na obra, era 3 porta dia. Ai tu entra numa obra dessas, cada porta tem uma altura e cada porta tem uma largura. Hoje tu chega, diz pro construtor, olha, aqueles 3 vãos ali tão errados, o cara arruma e pronto, isso é normal, mas pouca coisa [sic].

2 ENTREVISTA COM PESQUISADOR

Qual é o cenário brasileiro atual para maior industrialização da construção civil? Kits pré-fabricados são uma tendência nesse cenário?

A industrialização na construção de edificações vem sendo perseguida há décadas no Brasil, mas verifica-se uma maior disponibilidade de produtos a partir de meados da década de 1990. Nessa época intensificou-se o emprego de sistemas leves, como o *drywall*, e os kits pré-fabricados, como portas prontas. Creio que seja ainda uma tendência, principalmente com a busca por processos mais racionalizados, com redução de perdas e aumento da produtividade. Este processo pode ser buscado em diversos tipos de sistemas construtivos, desde a alvenaria, com processos racionalizados e modulados com outros produtos, até pré-fabricação de kits de produtos, como instalações, portas, etc.

Qualidade da mão de obra, imprevisibilidade do mercado, o que restringe um uso ainda maior de pré-fabricação?

Qualificação da mão de obra sem dúvida é um fator que deve ser aprimorado, pois tem implicação direta na qualidade dos produtos. Cito o fato do emprego de kit porta pronta em edificação. O kit sai da fábrica, como produto industrializado que é, com dimensões pré-definidas. Se os vãos na obra têm diferentes dimensões vai haver problemas. O que acontece atualmente é que o fornecedor mede os vãos na obra e se vê na condição de produzir kits com diferentes dimensões, o que não é adequado na produção industrial.

Um outro aspecto importante é a coordenação modular, ou seja, há que se conseguir em projeto dimensões que permitam a modulação entre blocos, painéis, *drywall*, portas, janelas, revestimentos etc. Se o projeto compatibilizar as dimensões e a obra respeitar as variações dimensionais pré-definidas, será mais fácil a adoção de soluções pré-fabricadas.

Em sua visão, um maior nível de pré-fabricação exige grandes empreendimentos e/ou continuidade da produção?

A pré-fabricação tem que ser entendida como a industrialização de produtos para todas as obras ou todos os empreendimentos, independentemente do seu tamanho, se tivermos pensando em produção seriada, contínua.

Para produzir um determinado “kit” há necessidade de industrializar seus componentes. Desta forma, podemos dizer que há produtores que podem especializar-se em produzir componentes para “kits” ou elementos construtivos industrializados. De forma similar, um produtor de elementos de vedação, por exemplo, vai se utilizar de componentes de parede, componentes de portas, de janelas etc., de forma a industrializar seu sistema de vedação, ou seja, pode valer-se de “kits”.

A pré-fabricação reduz a liberdade arquitetônica na medida em que induz um caminho de padronização? Todos os autores lidos afirmam que não, porém no mercado se negociam soluções pré-fabricadas alteradas esteticamente para cada obra, fugindo de um catalogo definido.

Produção seriada implica em padronização e modulação. Como seria possível produzir um determinado bloco, ou uma determinada chapa, ou um determinado “kit”, em série, ou seja, em escala, sem nenhuma padronização? Se cada solução é única, significa que será produzida ou fabricada somente para aquela aplicação uma só vez, ou seja, não se caracteriza como produção seriada.

Precisamos entender a produção da edificação como a montagem de produtos industrializados, mesmo que sejam componentes de pequenas dimensões, como blocos de alvenaria. Se pensarmos na estrutura pré-moldada, nos blocos pré-fabricados, em chapas internas de *drywall* pré-fabricadas, em kits de portas pré-fabricados, em janelas pré-fabricadas, há que se ter um mínimo de padronização e modulação de forma que se consiga montar todos estes produtos na edificação.

É possível, entretanto, ter um conjunto grande de produtos industrializados, com acabamentos diferenciados, que permitem uma grande liberdade de projeto. Não creio que a pré-fabricação reduza a liberdade do arquiteto.

Como se poderiam resolver os problemas de interface que os sistemas pré-fabricados apresentam quando dentro da obra? Foco no projeto e devidas compatibilizações?

Qualquer interface tem que ser resolvida anteriormente à obra propriamente dita, ou seja, nas fases antecedentes, de planejamento e projeto. Se não for pensada em projeto e se não for resolvida anteriormente, a interface dificilmente será equacionada na obra. Qualquer componente ou elemento construtivo pré-fabricado tem que ser pensado de forma integrada na obra, com suas interfaces resolvidas antecipadamente.

A questão de custo é complicada por depender muito do caso analisado, mas a tendência é ser uma opção viável nesse sentido para pequenas e médias construtoras?

Custo realmente pode ser circunstancial, entretanto, nos parece que soluções padronizadas, moduladas e que permitem produção em escala podem reduzir custo. Não vamos nos esquecer, todavia, que precisa ser pensado em custo total, ao longo da vida útil da edificação, e não somente no custo inicial. Ou seja, há que se considerar também os custos de operação e de manutenção ao longo do tempo.

Em termos práticos, empresas de construção civil podem não ter interesse em realmente capacitar sua mão de obra, pois a mesma pode ser incorporada por concorrentes facilmente, perdendo-se o investimento. Com uma maior retirada de processos construtivos do canteiro, incluindo equipes terceirizadas para posterior instalação de cada kit, poderia se quebrar esse paradigma, se é que o mesmo existe?

Este paradigma não deveria existir, pois, se as empresas construtoras qualificarem sua mão de obra, de forma institucional e setorial, haverá profissionais qualificados em todas as empresas. Todavia, a indústria fixa, de forma geral, pode ser uma solução parcial para melhorar a capacitação e a produção de partes da edificação.

A norma de desempenho criou um novo cenário de inovação para a construção civil brasileira? Portas prontas vão de encontro a este cenário de maior qualidade, já que poderia ser mais difícil garantir desempenho confeccionando a porta no local?

A norma de desempenho criou um novo cenário não somente para a inovação, mas para todo o setor da construção de edifícios no Brasil, em particular os habitacionais. No caso da porta de madeira, a norma do produto foi revista e publicada com o enfoque do desempenho, com características em função do uso: porta interna de madeira, porta interna de madeira resistente à umidade, porta de entrada, porta de entrada resistente à umidade e porta externa. Sua principal adequação à norma de desempenho talvez seja a necessidade de uma porta de

entrada com maior isolação a ruídos aéreos, pensando-se no critério de isolação a ruídos aéreos entre unidades habitacionais, passando pelo *hall*.Neste particular, o projeto e a produção da porta são diferentes, havendo preocupações com vedações e eliminação de frestas. A porta com desempenho acústico também tem que ser considerada na sua totalidade, com marco, folha, alisares, fechaduras, dobradiças e acessórios. Neste caso, sem dúvida a porta pronta tem um diferencial, não só no controle permitido na fábrica, mas na possibilidade de ensaiar um produto industrializado e definir previamente o parâmetro de desempenho.

Autores estrangeiros propõem desde a década de 70 a possibilidade do usuário final escolher a edificação que vai comprar (caso compre antes da construção) conforme reunião de kits pré-fabricados que são então executados pelo construtor, essa visão se mostrou inviável?

Esta questão é muito complexa, pois o mercado imobiliário tem suas particularidades, principalmente quando se pensa em financiamento de longo prazo, de 20, 25 ou 30 anos.

Os produtos de base imobiliária são conformados considerando a questão da terra, as questões financeiras e as questões de vendas, além de tantas outras.

A possibilidade do usuário escolher a edificação é um fato, porém, dentre as alternativas oferecidas pelo mercado, e nem sempre em razão de uma condição idealizada por ele. Mesmo no caso da chamada “personalização” do imóvel, as opções em geral são pré-definidas.

É lógico que existe um mercado no qual o usuário pode idealizar seu projeto e construir da sua forma, ou conforme suas necessidades. Porém, nas grandes cidades, não é geralmente o que acontece. Os produtos de base imobiliária são lançados no mercado, a partir de incorporações, e os usuários passam a escolher ou buscar seu imóvel dentre as configurações existentes.

Talvez, se houvesse um mercado maior do “faça você mesmo”, com financiamentos a longos prazos e soluções industrializadas disponíveis, fosse mais fácil esta possibilidade da escolha. Entretanto, a questão da terra assume importância muito grande, principalmente nos grandes centros urbanos.

Com a verticalização cada vez maior de nossas cidades e de nossas moradias, as opções ficam mais restritas às opções oferecidas no mercado.

3 ENTREVISTA COM ROBERTO PIMENTEL LOPES

A instalação do kit porta pronta muitas vezes gera tantos problemas quanto imprecisões no projeto e problemas no vão. Com o grande número de equipes terceirizadas fazendo esse serviço, existe algum curso a nível nacional para qualificar essa mão de obra? O ideal seria a indústria fornecedora suprir essa demanda por equipes qualificadas, agregando valor a seu serviço, porém perdendo o foco ao entrar em outra área produtiva?

Os problemas que os instaladores encontram nas obras são decorrentes da baixa qualificação dos profissionais envolvidos (projeto e execução) associada ao descaso presente na maioria das vezes em relação a porta pronta industrializada, ou seja, um componente pré-fabricado que precisa de um envolvimento de todos com o processo produtivo.

Temos um curso desenvolvido com o SENAI-PR especialmente para formar uma nova geração de instaladores para as obras, seu êxito dependerá desse envolvimento da engenharia da obra. Veja o manual do curso no site: www.psqportas.com.br.

Temos vários perfis de indústrias produtoras de portas, desde aquela que fabrica componentes para terceiros montar e instalar os kits, até as indústrias que ampliaram sua atuação da fábrica até o canteiro de obras, uma excelente solução para as construtoras, desde que elas façam a parte que é de sua responsabilidade em todo o processo. (vide *checklist* de instalação em www.multidoor.com.br).

As partes 3 e 4 da NBR15930 tem previsão de publicação dentro deste ano? O mercado de construção civil já segue os parâmetros de desempenho estabelecidos nas partes 1 e 2 ou esse ainda é um objetivo a ser perseguido nos próximos anos?

A receptividade do mercado tem sido excelente e crescente em todo o Brasil. Hoje não se faz mais um evento que trate da norma de desempenho NBR 15575 sem a presença da porta de madeira, devido a relevância dos trabalhos realizados em prol da qualidade da porta.

As partes 3 e 4 devem ser concluídas até o final de 2015, e junto com a revisão da parte 2 já realizada e que deve ser publicada em 60 dias, formarão um conjunto de normas bastante consistente para o mercado brasileiro.

A norma de desempenho cria um novo cenário de inovação para a construção civil brasileira? E no setor de portas de madeira?

A norma de desempenho chegou com bastante atraso no Brasil, porém sua entrada em vigor desde 2013 e exigibilidade legal eliminam a falsa cultura de qualidade apenas na gestão certificada pela ISO 9001, passando agora toda cadeia da construção civil a ter a responsabilidade com o desempenho dos seus produtos.

Nesse contexto a Porta de madeira foi pioneira, iniciando seus estudos de normalização em 2005 e atuado nestes 10 anos em sintonia com a norma de desempenho. Para acompanhar essas mudanças e exigências, a indústria de portas teve que se atualizar e desenvolver uma nova matriz construtiva dos produtos, fato que proporcionou investimentos e inovação em varias empresas.

Dentro da questão de custo, os kits porta pronta exigem grandes empreendimentos e/ou continuidade da produção? Construtoras pequenas podem vislumbrar o uso da porta pronta como melhor solução dada a diminuição de retrabalhos e passagem de custo para o final da obra?

O kit porta pronta é uma solução econômica e que garante uma qualidade final ao produto. A economia começa nos processos de compra que deixam de ser mais de 10 itens para ser apenas um fornecedor, até a qualidade de uma montagem industrializada, impossível de ser alcançada da forma antiga no canteiro de obras.

Quanto aos custos, a kit já chega formatado e definido na obra, ao contrário da incerteza da compra pulverizada de componentes e sua montagem e instalação artesanal, de custo final imprevisível.

4 ENTREVISTA COM ALEXANDRE SOUZA DA ROSA

Qual é o nome da empresa, número de funcionários e a quanto tempo atua no mercado?

O nome é Art Mont LTDA. Ela está fazendo 5 anos agora em maio e conta com 8 funcionários, a maioria deles já com alguns anos dentro da empresa.

Qual o maior problema que vocês encontram em obra?

Falta de acabamentos. Pra colocar um kit porta pronta tu precisa estar com a limpeza grossa feita, pelo menos uma demão de tinta e janela. O piso também, mas a maioria não entrega com ele, inclusive pro usuário final escolher o piso que quiser, se ficar mais alto o cliente vai ter que cortar a porta. Mas o pior são os serviços molhados feitos ao mesmo tempo, eu já vi casos em que um condomínio de 4 torres teve que trocar as portas de uma 'torre' inteira por danos da passagem de operários e umidade, ou seja, por instalar os kits muito cedo.

Em quanto tempo instala cada kit da Vicaima?

Eu me baseio em uma produtividade média de 65 portas a cada 3 dias, se a obra der condições. Tem obra que instala 10 e tem que sair e voltar daqui a 15 dias pra ajeitarem o que tem de problema. A gente vai com o representante da Fornecedora antes, faz uma lista do que falta e passa pra Engenharia, mas mesmo assim muitas vezes a gente chega e tem problemas ainda, essa é a maior dificuldade, tem uma obra que estou fazendo que fica tudo sujo, mal armazenado. Como essa porta é como se fosse um móvel, isso acaba prejudicando a qualidade dela.

Se faz ainda porta do jeito antigo?

Sim, é pelo custo. Como eles querem baixar custo puxam pra si a montagem da porta. Além disso as vezes é falta de conhecimento mesmo, eles inclusive esperam a mesma qualidade de uma porta feita lá do que um kit porta pronta. Não tem como ser a mesma qualidade, na fabrica é uma maquina que faz os encaixes da ferragem de forma precisa por exemplo. Os encaixes dão certinho.

Qual é o custo pra instalar e produtividade da porta tradicional?

Eu cobro R$ 120 por porta se não for o kit pronto, pois da muito mais trabalho. A produtividade média gira em torno de 5 portas por dia. Na minha experiência muitas vezes acaba saindo mais caro pro cliente.

O treinamento, as empresas fornecedoras dos kits que dão?

Não, eu tinha 18 funcionários, como o pessoal foi aprendendo mais, reduzi pra 8. Eu procuro encontrar bons profissionais, caso o profissional tenha interesse, acompanhando a instalação e seguindo os passos corretamente, não é um processo difícil de entender. Hoje a instalação da porta não tem mistério, o 'cara' só tem que ter cuidado no prumo e esquadro. Sou cadastrado pela Vicaima e Pormade.

A porta de correr é mesma coisa?

É um pouco mais complicado, tem o kit pronto também, mas dai tem que colocar o trilho onde ela vai correr. Tem as portas de segurança que são chumbadas na parede que demoram mais também.

Produtividade da Pormade [outra Fornecedora]?

45 portas a cada 3 dias, porque tu tem que cortar a guarnição e dai demora mais.

A guarnição é regulável?

A maioria hoje em dia é assim, a Pormade regula até 8 cm na obra.

Já teve acidente de trabalho?

Não, até porque não tem muito o que ter de acidente. O que pode ter é a espuma de poliuretano que tu usa que pode ir no olho se não usar óculos, mas a gente nunca teve esse problema.

Como se comporta o mercado de Fornecedores, qual a diferença entre os kits?

Em geral qualidade, as mais caras em geral apresentam uma qualidade final melhor.

Qual o custo de instalação dos kits?

Eu cobro R$ 60 por porta instalada.