



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Cristiane Lopes Henriques

SISTEMATIZAÇÃO DE DIRETRIZES PARA PROJETO MODULADO EM AÇO, COM APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

Ouro Preto, 201

Cristiane Lopes Henriques

SISTEMATIZAÇÃO DE DIRETRIZES PARA PROJETO MODULADO EM AÇO, COM APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil. Área de concentração: Construções Metálicas

Orientadores:
Prof. Dr. Henor Artur Souza,
Profa. Dra. Arlene Maria Sarmanho
Freitas

Ouro Preto, 2013

H519s Henriques, Cristiane Lopes.
Sistematização de diretrizes para projeto modulado em aço, com aplicação dos conceitos da customização em massa [manuscrito] / Cristiane Lopes Henriques - 2013.
205f.: il., color.; graf.; tab.

Orientadores: Prof. Dr. Henor Artur de Souza e Arlene Maria Sarmanho Freitas.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil.
Área de concentração: Construção Metálica.

1. Construção industrializada - Teses. 2. Aço - Estruturas - Teses. 3. Construção metálica - Teses. I. Souza, Henor Artur de. II. Freitas, Arlene Maria Sarmanho . III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 624.014:728.222

Catálogo: sisbin@sisbin.ufop.br

**DIRETRIZES PARA PROJETO MODULADO COM APLICAÇÃO DOS
CONCEITOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA EM SISTEMAS
ESTRUTURAIS EM AÇO**

AUTORA: CRISTIANE LOPES HENRIQUES

Esta tese foi apresentada em sessão pública e aprovada em 12 de julho de 2013,
pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Henor Artur de Souza (Orientador / UFOP)



Profa. Dra. Arlene Maria Sarmanho Freias (Orientadora / UFOP)



Profa. Dra. Silvana Prata Camargos (UFOP)



Prof. Dr. Paulo Gustavo von Krüger (UFMG)



Profa. Dra. Maristela Gomes da Silva (UFES)

"Em tudo o que ultrapassa a rotina repetitiva, existe uma íntima parcela de novidade e de processo criador humano, estando as bases da criação assentadas na capacidade de combinar o antigo e o novo"

Lev Semenovich Vygotsky

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, presença constante em minha vida.

À minha querida família, meus pais, irmãos e sobrinhos, pelo apoio e incentivo incondicional em todas as minhas conquistas. Em especial aos meus pais Gilmar e Zélia pelo amor e presença fundamentais.

À Universidade Federal de Ouro Preto e aos professores do PROPEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), pela contribuição no enriquecimento de minha vida acadêmica e profissional.

Em especial aos meus orientadores Arlene Maria Sarmanho Freitas e Henor Artur de Souza, pela dedicação e assistência durante a pesquisa e pela compreensão e ajuda nos momentos finais. Pessoas que realmente se tornaram muito queridas e amigas.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Márcio Minto Fabrício e Profa. Dra. Silvana Prata Camargos, pela leitura atenciosa da qualificação e pelas importantes críticas, sugestões contribuições para este trabalho.

Aos funcionários da Escola de Minas, especialmente à Róvia pelo carinho e dedicação em todos os momentos.

A amiga Silvana Prata Camargos pelo incentivo, pelas palavras sábias e amigas, sempre na hora certa, e pelas inúmeras e grandes contribuições para esta conquista.

A todos os meus queridos familiares e amigos pela compreensão nos momentos em que estive ausente e pelo incentivo fundamental na realização desta pesquisa. Todos vocês fazem parte desta conquista!!!

Cabe aqui um agradecimento especial as queridas amigas e parceiras Carolina , Gisela Hasenclever, Luciana Brandão, Luciana Alves e Juliana Cordeiro. Muito obrigada pela parceria, paciência e amizade,!!!

RESUMO

A industrialização da construção civil, sobretudo nas construções estruturadas em aço, é um processo consolidado em países como Inglaterra, Japão e Estados Unidos. Além de um grande índice de industrialização, que abrange desde os insumos utilizados no canteiro de obras até os processos de concepção e execução da edificação, nestes países o percentual de obras em aço gira em torno de 50% a 65% do total de edificações construídas, enquanto no Brasil apenas 12% das obras adotam este sistema estrutural (IBS, 2011). O processo de concepção e execução deste tipo de edificação vem se aproximando cada vez mais dos processos de Desenvolvimento de Produto e Produção em série, que são adotados em outros setores da indústria. Desta forma, são ofertados no mercado, produtos, sistemas construtivos, módulos e até mesmo edificações "prontas" que são apresentadas em projeto ao cliente e podem sofrer certo grau de customização. O panorama da construção civil no Brasil mostra-se bastante diferente, com a cultura do fazer artesanal ainda muito arraigada tanto no que se refere aos materiais, quanto aos processos que envolvem a concepção e execução de uma edificação. Apesar de apresentar exemplos relevantes de obras industrializadas, o cenário nacional ainda é carente de efetivas ações de implementação deste sistema construtivo. O presente trabalho propõe-se a desenvolver uma pesquisa abrangendo a industrialização das construções em aço, as metodologias de Desenvolvimento de Projeto de Produto, Produção em Série e Customização em Massa, a fim de criar um referencial teórico para o desenvolvimento de um sistema estrutural modulado e padronizado para edificações em aço que possibilite flexibilidade de customização a fim de poder ser adotado em diferentes tipologias, demandas e terrenos.

Palavras-Chave: construção industrializada, modulação, sistema construtivo, produção em série, customização em massa.

ABSTRACT

The industrialization of civil construction, particularly in steel-structured buildings, is a consolidated process in countries like England, Japan and United States. In addition to a large level of industrialization, which ranges from the inputs used in the construction site to the processes of design and execution of the building, in these countries the percentage of buildings in steel is around 50% to 65% of the total of edifications built, while in Brazil only 12% of the constructions adopt this kind of structural system (IBS, 2011). In those countries, the process of conceiving and carrying out this kind of construction is increasingly approaching the serial product development and production processes that are adopted in other sectors of industry. In this way, the market offers products, constructive systems, modules and even “ready-for-use” buildings that are presented to the customer at the designing stage and may allow some degree of customization. The perspective of civil construction in Brazil is quite different, with its handicraft culture yet very deep-rooted both with regard to the materials and the processes that involve the conceiving and the erection of a building. Although presenting relevant examples of industrialized edification works, the Brazilian scenario still lacks effective actions to implement this constructive system. This article proposes to develop a survey covering the industrialization of steel constructions, methodologies of product design development, serial production and mass customization in order to create a theoretical framework for the development of a modulated and standardized structural system to be used in steel buildings, that allows flexibility for customization in order to be able to be adopted in different typologies, demands and terrains.

Keywords: industrial construction, modulation, construction system, serial production, mass customization.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Desenho e protótipo da Máquina voadora de Leonardo Da Vinci.....	16
Figura 2.2 - Processo de Desenvolvimento de Produtos segundo Medeiros.....	20
Figura 2.3 - Entradas e principais resultados da fase de configuração do projeto.....	22
Figura 2.4 - Etapas da fase projeto detalhado.....	23
Figura 2.5 - Processo de projeto proposto por Bonsiepe.....	28
Figura 2.6 - Processo de desenvolvimento de produto.....	32

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – <i>Continuum</i> de estratégias de Lampel e Mintzberg.....	38
-------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Conectividade entre os componentes construtivos de uma edificação a partir da Coordenação Modular.....	45
Figura 4.2 - Comparativo entre a evolução do processo de produção das indústrias da construção e automobilística.....	53
Figura 4.3 - Aceleração do processo construtivo através da adoção do sistema de módulos em substituição ao sistema construtivo linear.....	54
Figura 4.4 - (a) Domino House, Le Corbusier, 1910; (b) Dymaxion Dwelling Machine, Buckminster Fuller, 1930. Fonte: KIERAN; TIMBERLAKE, 2004; (c) Packaged House, Walter Gropius e Konrad Wachsmann, 1960.	56
Figura 4.5 - (a) Capa de catálogo de casas da Sears Roebuck and Co.....	57
Figura 4.6 - <i>Moto home</i> , pré-fabricada nos Estados Unidos.....	59
Figura 4.7 – Evolução de produção industrial de casas.....	60

Figura 4.8 - Versões do Mini Cooper. (a) Mini Cabrio; (b) Mini Coupé; (c) Mini Countryman.....	62
Figura 4.9 - (a); (b); (c) Versões de acabamento interno do Mini Cooper.	62
Figura 4.10 - Casas modulares pré-fabricadas da empresa Rocio Romero. (a) e (b) Vista externa e planta de um modelo padrão. (c) Vista Externa do mesmo modelo, porém com dois pavimentos e acabamentos customizados.....	64

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 - Palácio de Cristal.....	76
Figura 5.2 - Estação Ferroviária de Bananal (SP).....	77
Figura 5.3 - Numeração das chapas de fechamento da Estação Ferroviária de Bananal (SP).....	77
Figura 5.4 - Variações de malhas regulares desenvolvidas por meio de elementos modulares.....	81
Figura 5.5 - Maquete eletrônica e protótipo de sistema modular do Arq. Kas Oosterhuis.....	82
Figura 5.6 - Obras utilizando o sistema modular do Arq. Kas Oosterhuis. (a) Showroom BMW em Utrecht; (b) Barreira Acústica em Utrecht; (c) Capital Center em Budapest.	82
Figura 5.7 - Museu Guggenheim de Bilbao, Espanha.	83
Figura 5.8 - Centre Georges Pompidou, Paris, França.....	84
Figura 5.9 - processo de fabricação e montagem de módulos de banheiros prontos.....	87
Figura 5.10 - edifício executado com containers modulares na Inglaterra. Container City. (a) fachada; (b) ambiente interno.....	88
Figura 5.11 - Complexo de residências estudantis em Amsterdã na Holanda.....	89
Figura 5.12 - Hotel da rede Travelodge construído em Londres pela empresa Verbus System.....	90

Figura 5.13 - Projeto Container Habitat, com 15 metros quadrados.....	91
Figura 5.14 - Edifício Modular da empresa <i>Quick House</i>	92
Figura 5.15 - Lojas Transportáveis e os Stands de Vendas Modulares da empresa <i>Quick House</i>	93

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 - Diagrama funcional do pavimento tipo.....	103
Figura 6.2 - Variações tipológicas propostas: por Apoio.....	114
Figura 6.3 - Variações tipológicas propostas: por Orientação.....	115
Figura 6.4 - Hotel Hilton Palace Del Rio.....	117
Figura 6.5 - Conceituação da proposta de hospedagem oferecida pelo 9H Capsule Hotel.....	118
Figura 6.6 - Programação visual e linha de produtos oferecida pelo 9H Capsule Hotel.....	119
Figura 6.7 - Linha de montagem dos módulos tridimensionais do 9H Capsule Hotel.....	119
Figura 6.8 - Setor de hospedagem do 9H Capsule Hotel.....	120
Figura 6.9 - Fachada do Lookotel composta pelos módulos tridimensionais.....	121
Figura 6.10 - Fachada do Lookotel composta pelos módulos tridimensionais.....	122

CAPÍTULO 7

Figura 7.1 - Sistema de produção esquemático para "Construção Modular".....	127
Figura 7.2 - Redução no cronograma de execução de obra com a utilização da Construção Modular.....	128
Figura 7.3 - Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.....	137
Figura 7.4 - Fases do processo de projeto de edificações.	138

Figura 7.5 - Organograma sequencial para desenvolvimento da Sistematização de Diretrizes de Projeto.....	141
Figura 7.6 - Etapas da fase projeção a serem abordadas no desenvolvimento da Sistematização de diretrizes de Projeto.....	142
Figura 7.7 - Interfaces a serem contempladas e definidas a partir da Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Informacional	144
Figura 7.8 - Setorização da edificação a partir da configuração/tipo de uso dos pavimentos.....	145
Figura 7.9 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Informacional.....	147
Figura 7.10 - Etapas e elementos para produtos padronizados e produtos customizados.....	148
Figura 7.11 – <i>Continuum</i> de Estratégias de Lampel e Mintzberg.....	149
Figura 7.12 – Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Conceitual.....	152
Figura 7.13 – Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Preliminar.....	156
Figura 7.14 – Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Legal.....	158
Figura 7.15 – Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção.....	161
Figura 7.16 – Síntese da Sistematização da etapa Projeção para implantação de solução customizada.....	163

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Quadro 2.1 - Esquemas Metodológicos apresentados por Munari.....	26
Quadro 2.2 - Metodologia proposta por Jones.....	27
Quadro 2.3 - Metodologia proposta por Bonsiepe.....	27
Quadro 2.4 - Processo Metodológico proposto por Asimow.....	29
Quadro 2.5 - Metodologia proposta por Medeiros.....	30

CAPÍTULO 3

Quadro 3.1 - Tipos de postponement x Características e tipos de Indústrias.....	01
Quadro 3.2 - Tipos de postponement x Características e Impactos no Custo.....	01

CAPÍTULO 6

Tabela 6.1 - Meios de Hospedagem - Tipos e Categorias.....	99
Tabela 6.2 - Meios de Hospedagem - Categorias e Simbologia.....	100
Tabela 6.3 - Áreas e instalações no projeto de meios de hospedagem.....	101
Tabela 6.4 - Tipologias de plantas em torre para pavimento tipo.....	104
Tabela 6.5 - Tipologias de plantas radiais para pavimento tipo.....	105
Tabela 6.6 - Tipologias de plantas lineares para pavimento tipo.....	107
Tabela 6.7 - Largura para corredores de circulação.....	109
Tabela 6.8 - Determinações para projeto de Setor Habitacional e UHs.....	110
Tabela 6.9 - Nível de padronização e proporções típicas de quantitativos de UHs.....	112

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CM - Customização em Massa

Cosipa - Companhia Siderúrgica Paulista

CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

Embratur - Instituto Brasileiro do Turismo

MBI - *Modular Building Institute*

NBR - Norma Brasileira

SBCClass - Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem

UH - Unidade de Habitação - quartos nos projetos de meios de hospedagem

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	01
1.1 – Introdução.....	01
1.2 – Objetivos.....	12
1.3 – Metodologia.....	12
CAPÍTULO 2 – PROJETO DE PRODUTO.....	15
2.1 – Contextualização Histórica.....	15
2.2 – A Evolução da Atividade de Desenvolvimento de Produtos.....	18
2.3 – Metodologias do Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	24
CAPÍTULO 3 - CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.....	33
3.1 – Considerações Iniciais.....	33
3.2 – Customização em Massa como Estratégia de Projeto.....	35
CAPÍTULO 4 – PROJETO DE EDIFICAÇÃO COMO PROJETO DE PRODUTO.....	43
4.1 – Considerações Iniciais.....	43
4.2 – A Edificação como Produto.....	46
4.3 – O Sistema de Produção em Massa.....	47
4.3.1 - O Sistema de Produção das Edificações.....	50
4.4 - Casas Pré-Fabricadas - Um Produto da Construção Civil.....	56

CAPÍTULO 5 – A CONTRUÇÃO METÁLICA E A PRODUÇÃO EM SÉRIE DE EDIFICAÇÕES.....	66
5.1 - A Construção em Aço no Brasil.....	66
5.2 - Construção Industrializada.....	70
5.3 - Modulação, Padronização e Repetição de Elementos.....	75
5.4 - Edificações e Componentes de Caráter Repetitivo.....	84
5.4.1 - Tipologias para Edificações ou Módulos Construtivos de Caráter Repetitivo.....	85
5.4.2 - Componentes Construtivos.....	86
5.4.3 - Edificações.....	94
5.5 - Uma Tipologia para Aplicação dos Conceitos Propostos.....	96
CAPÍTULO 6 – PROJETO DE HOTÉIS - TIPOLOGIAS, DIMENSIONAMENTO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.....	98
6.1 – Conceitos e Classificações.....	98
6.2 – Projeto Arquitetônico de Hotéis - Principais Parâmetros.....	100
6.3 – Unidade Habitacional – UH.....	109
6.4 – Exemplos de Aplicação - Projetos e Execuções de Hotéis a partir da Utilização de Módulos Prontos.....	116
6.4.1 - Hotel Hilton Palace Del Rio.....	116
6.4.2 - 9 H - Nine Hours Capsule Hotel.....	117
6.4.3 – Lookotels.....	121
CAPÍTULO 7 – DIRETRIZES PARA SISTEMATIZAÇÃO DE PROJETO MODULADO COM APLICAÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.....	123
7.1 – Considerações iniciais.....	123
7.2 – Perfil do Projeto a ser Sistematizado - Tipologia, Uso, Sistema Estrutural e Sistema Construtivo.....	124

7.3 – Sistematização de Diretrizes para Projeto Modulado com Aplicação da Customização em Massa.....	130
7.3.1 - Sistematização de Diretrizes para Projeto Arquitetônico de Hotéis Econômicos.....	132
7.3.2 - Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Informacional.....	142
7.3.3 - Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Conceitual.....	147
7.3.4 - Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Preliminar.....	152
7.3.5 - Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Legal.....	156
7.3.6 - Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção.....	158
7.3.7 - Diretrizes para Sistematização da etapa Projeção para implantação de solução customizada.....	162
CAPÍTULO 8 – SÍNTESE DO ESTUDO, CONTRIBUIÇÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	164
CAPÍTULO 9 – REFERÊNCIAS	169
ANEXO I	179

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução

A construção civil é um segmento de grande importância no panorama econômico do país, contribuindo para o crescimento de diversos setores como o desenvolvimento de áreas urbanas, industriais, residenciais, de infra-estrutura e absorvendo grande demanda de mão-de-obra. É um setor em constante evolução e crescimento (FARAH, 1992), que passou por estágios sucessivos de desenvolvimento, sobretudo considerando-se o período que se inicia a partir do final do século XX e início do XXI.

Diversos trabalhos abordam o processo de evolução da indústria da construção civil nacional e identificam suas principais fases de desenvolvimento, entre os quais pode-se citar Farah (1992), Fundação João Pinheiro (1992) e Vargas (1994). Para este último autor, pode-se identificar pelo menos três principais estágios sucessivos deste processo de evolução.

O primeiro estágio identificado por Vargas (1994) inicia-se na descoberta do Brasil, estende-se até o início do século XIX e incorpora técnicas medievais e renascentistas nos processos de execução das obras. É um estágio que se limita a adaptação de técnicas externas as condições locais, sem aplicação de conhecimentos teóricos ou desenvolvimento de pesquisas. Na construção de moradias mais sofisticadas adotava-se técnicas construtivas com pedra, barro e tijolo e cal; já as moradias mais simples, eram edificadas em pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão, (BARROS, 1996).

Para Telles (1984):

“O desenvolvimento tecnológico (e portanto da engenharia) no Brasil-Colônia foi drasticamente atrasado e entravado por dois fatores: a proibição à instalação de indústrias e a economia baseada na escravidão, que tornava o trabalho uma atividade desprezível e desestimulava qualquer inovação técnica, devido à mão-de-obra abundante e aparentemente gratuita.”

O segundo estágio inicia-se em meados do século 19 a partir de alterações significativas no setor da construção civil, quando esta deixa de ser realizada exclusivamente para uso próprio e passa a atender ao mercado. A partir deste momento, com a criação das escolas militares e de engenharia, ocorre a aplicação de teorias e métodos científicos aos processos e técnicas até então empregados, que passam a se basear em tratados de engenharia, sobretudo franceses. Ainda assim, os conhecimentos tecnológicos de materiais e processos continuam limitados, com pouco domínio sobre as propriedades dos materiais empregados executando-se a maioria das construções a partir dos conhecimentos empíricos dos mestres de obra (BARROS, 1996).

Ocorre um adensamento dos centros urbanos gerando demandas de obras de infra-estrutura urbana, edifícios comerciais, industriais e moradias, inclusive para locação. Assim, inicia-se a organização da construção civil como atividade independente e uma expansão lenta e gradual da indústria nacional de componentes e materiais construtivos. Durante este processo, gradativamente, o trabalho escravo vai sendo substituído por mão-de-obra assalariada e surge a classe operária da construção (FARAH, 1992).

Diversas técnicas e materiais foram introduzidos nos processos construtivos e simultaneamente incorporados pela indústria nacional durante este estágio de desenvolvimento. Alguns trabalhos salientam evoluções e modificações importantes deste processo, durante este estágio:

De acordo com Vargas (1994):

“Os primeiros materiais de construção industrializados, precariamente, foram os tijolos, os quais começaram a substituir o processo artesanal da taipa nas construções das paredes de edifícios”, desta forma surge a nova tecnologia da alvenaria de tijolos.

IPT (1988):

“Nas construções de pequeno porte passaram a predominar as alvenarias auto-portantes de tijolos, às vezes complementadas por peças estruturais de aço ou de concreto armado, as fundações diretas e as coberturas com o uso de telhas cerâmicas do tipo ‘Marselha’”.

Castro (1986):

“A nova maneira de construir adotava estrutura metálica pré-fabricada, pisos de madeira apoiados sobre vigas metálicas, componentes hidráulicos para as áreas molhadas, telhados com telhas cerâmicas, com chapas de cobre ou de aço galvanizado, sendo tudo isso importado”.

Vargas (1994):

“Foi a construção dos edifícios das nossas duas principais capitais que, a partir da Proclamação da República em 1889, com a utilização ampla do ferro, vidro, madeiras aparelhadas e dos materiais cerâmicos, tornou necessária a organização da construção civil em bases industriais”.

O terceiro estágio inicia-se quando surgem os institutos de pesquisas tecnológicas, no começo do século XX, em São Paulo e no Rio de Janeiro. Para Vargas (1994) este estágio começa no final da década de 1930 e se estende até os dias atuais. Já os trabalhos de Farah (1992) e da Fundação João Pinheiro (1992) consideram que este estágio é finalizado na década de 1960 com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e a partir deste momento inicia-se um quarto estágio de desenvolvimento do setor da construção. Entretanto, todos os

trabalhos apontam que a partir do início do terceiro estágio ocorrem grandes mudanças estruturais na sociedade brasileira que repercutem significativamente sobre a indústria da Construção (BARROS, 1996).

Segundo Barros (1996):

"Houve uma reorientação da economia para o setor industrial, propiciando condições para a criação de um subsetor de montagem industrial; ocorreu a implantação de infra-estrutura para viabilizar a industrialização, fortalecendo o subsetor de Construção Pesada; e, ainda, deu-se a intensificação do processo de urbanização levando ao desenvolvimento do subsetor edificações, particularmente, em função da intervenção do Estado, através dos Institutos de Previdência e da Fundação da Casa Popular."

Ocorre a incorporação de novos materiais, componentes e ferramentas nos canteiros de obras a partir de alterações tecnológicas na indústria.

De acordo com Castro (1986):

"A indústria nacional abarcava a produção de novos materiais e componentes que permitiam pequenas transformações na produção de edifícios, tais como: tijolos cerâmicos de oito furos (1935); lajes mistas (1935), louça sanitária (1936); telhas de fibrocimento (1937), bacias sifonadas (1943); blocos de concreto celular autoclavados (1948); fios revestidos com material termoplástico; esquadrias de alumínio; tubulações e eletrodutos rígidos de P.V.C. e materiais para revestimentos, como pastilhas cerâmicas e vitrificadas, pisos plásticos e novas tintas. Além disso, a incorporação de equipamentos e ferramentas como as betoneiras, elevadores de obra e vibradores de concreto também possibilita o aumento da produtividade do setor."

A modernização, por meio da introdução de tais alterações tecnológicas e organizacionais da produção, possibilitou a transformação de certos métodos de

trabalho e o início de uma produção fabril seriada. Com isso, ocorre a introdução de “sistemas industrializados”, baseados principalmente na pré-fabricação, na sua maioria trazidos de outros países. De acordo com Farah (1996), “o projeto completo de um edifício fora se decompondo, passando a constituir-se de um conjunto de partes desenvolvidas por diversas empresas ou profissionais”.

Percebe-se, por meio deste processo de desenvolvimento da indústria da construção civil no Brasil, que é relativamente recente e gradual a iniciativa do setor em alterar as suas características de produção convencionais, com a implantação de novas tecnologias nos seus empreendimentos. Entretanto, a partir das últimas décadas do século 20 e início do século 21, nota-se grandes avanços neste setor, em relação aos materiais, processos e tecnologias empregados.

Ainda assim, quando comparada com os demais setores industriais do país, a indústria da construção civil apresenta uma defasagem que se justifica não só pelo processo de evolução ocorrido, como também por algumas características intrínsecas deste setor. Segundo Meseguer (1991) isso deve-se a características peculiares da construção, relativas a natureza do processo de produção e ao próprio mercado, que dificultam a transposição de ferramentas da produção industrial para a construção, tais como:

1. A construção civil é uma indústria de caráter nômade;
2. Seus produtos são únicos e não seriados;
3. Sua produção é centralizada, não se aplicando conceitos de produção em linha;
4. Sua produção é realizada sob intempéries;
5. Utiliza mão-de-obra intensiva, com pouca qualificação e com alta rotatividade;
6. Possui grande grau de variabilidade dos produtos.
7. Possui pouca especificação técnica;

8. Seu produto geralmente é único na vida do usuário;
9. Possui baixo grau de precisão, se comparado com as demais indústrias.

Tais características são complicadoras do processo de industrialização, entretanto, não impossibilitam a adoção e implantação de conceitos da indústria na construção civil. Por meio da aplicação de métodos apropriados desde a concepção do projeto e de um efetivo gerenciamento e racionalização do gerenciamento e produção da construção pode-se alcançar maiores índices de industrialização (CRASTO, 2005).

Para Rosso (1980):

"Quando um produto é único e é realizado num processo *sui generes*, não repetitivo (*one-off*), não temos condições de aplicar séries de produção, mas a mecanização e outros instrumentos de industrialização são, todavia válidos. Em geral, entretanto quase todos os produtos de processos *one-off* podem ser fracionados em partes ou componentes intermediários a serem fabricados por indústrias subsidiárias facultando em geral para estas subsidiárias a produção de séries e formação de estoques. O processo final resulta assim apenas em operações de montagem, ajustagem e acabamento."

Em diferentes escalas, este processo já ocorre na construção civil desde que se iniciou a produção a nível industrial de seus insumos, que são industrializados, em diversos níveis e aplicados nas obras em processos distintos, fazendo parte de toda a cadeia da indústria da construção. Entende-se por indústria da construção civil, todo o setor envolvido no processo de execução de edificações. Desde as fábricas e indústrias que produzem os materiais, insumos, ferramentas, equipamentos e máquinas utilizados nas obras, até os processos, técnicas construtivas e mão-de-obra, adotados para a sua conclusão. Entretanto, o nível de industrialização aplicado pode se diferenciar em larga escala, de acordo com o

perfil de cada obra, materiais, sistemas, técnicas e principalmente processos envolvidos na execução da mesma.

Adota-se neste trabalho, o termo "Construção Industrializada", para identificar obras nas quais utiliza-se uma grande maioria, se não a totalidade, de produtos e processos que envolvam níveis significativos de industrialização. Considerando assim, a utilização de materiais e sistemas construtivos totalmente produzidos em indústrias, linhas de produção em série, com significativos níveis de tecnologia e controle de qualidade aplicados. Desta forma, tende-se a adotar produtos pré-fabricados ou prontos para serem finalizados, montados e/ou encaixados na obra, com a utilização de equipamentos, ferramentas, técnicas e processos também industrializados e mão-de-obra qualificada.

Diferencia-se desta forma, o que se trata aqui como "Construção Industrializada", da construção convencional, que embora utilize materiais, insumos, e equipamentos industrializados, adota índices de industrialização inferiores no que diz respeito aos sistemas construtivos, tecnologia empregada e processos de execução.

De acordo com Girmscheid e Scheublin (2010), a definição de industrialização é adotada com diferentes abordagens, não só na literatura como na prática, já que pode inclusive ser aplicada em diferentes níveis. Entretanto, existe um consenso em relação a determinados aspectos que estão sempre diretamente relacionados com a industrialização como:

- Uso de força e ferramentas mecânicas;
- Uso de ferramentas e sistemas de gerenciamento informatizados;
- Processo contínuo de produção;
- Aprimoramento contínuo de eficiência e qualidade;
- Padronização de produtos;

- Pré-fabricação;
- Racionalização;
- Modularização.

Já no início da década de 1980, Rosso (1980) abordou o tema da industrialização, definindo-a como um processo onde a utilização de tecnologias substitui a habilidade do artesanato pelo uso da máquina. Segundo Huth (1976) só existe industrialização se há uma tecnologia mecanizada envolvida no processo. Para o autor, a produção em série é uma condição necessária para o emprego de uma tecnologia industrializada e determinante para a realização de um processo industrial.

"Na industrialização, saímos da visão fracionada para a visão sistêmica, que pensa no resultado final do empreendimento e objetiva um valor de investimento menor do que o previsto". (Téchne, 2008)

A construção civil no mundo tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente, o que passa necessariamente pela construção industrializada (Téchne, 2008).

A partir do início do século XXI, com a internacionalização da economia no Brasil, torna-se mais intenso o uso de sistemas industrializados. Trazidos e adotados por empreendedores estrangeiros, habituados à utilização dos pré-fabricados, estruturas metálicas e a obras rápidas. A demanda por implantação de construções e/ou sistemas com tais características cresce nas obras de grande porte, sobretudo em empreendimentos nos quais o tempo de execução tem grande relevância como hotéis, shoppings e hipermercados. Entretanto, mesmo nas obras de grande porte, muitas vezes processos industrializados coexistem com os mais tradicionais, o que acarreta perda de produtividade e ocorrência de

patologias no pós obra. Desta forma, perde-se a racionalização que é indispensável na industrialização (MEDEIROS, 2003).

Identifica-se uma grande necessidade de alteração na forma de concepção do "produto" edificação que ainda persiste no Brasil, a fim de alcançar maior desempenho e produtividade para a produção nacional (Téchné, 2008). Mais do que isso, é importante que a edificação seja pensada e entendida como um produto que deve ser desenvolvido e produzido a partir de processos e procedimentos específicos.

A adoção de inovações tecnológicas na indústria da Construção Civil, muda consideravelmente o conceito praticado no país até então. A obra gradativamente deixa de ser um processo de "construção" para tornar-se um processo de "montagem". Os materiais e sistemas construtivos chegam à obra prontos ou semi-prontos para serem introduzidos na sequência de montagem, tudo deve ser produzido, transportado ou comprado de acordo com um planejamento prévio e um cronograma de montagem. Conseqüentemente, a mão-de-obra deve ter uma qualificação diferente daquela que anteriormente realizava essas atividades, na construção convencional.

Para Dias (2000), o caminho para mudar esse quadro, passa necessariamente pela implantação de mão-de-obra qualificada, otimização de custo, contenção do desperdício de materiais, padronização, produção seriada e em escala e racionalização. Para o autor, apesar das empresas construtoras brasileiras serem tradicionalmente resistentes às modernizações dos seus meios de produção, nota-se um início de conscientização de que a introdução de inovações tecnológicas é a melhor forma para se atingir a industrialização dos processos construtivos.

O conceito e as práticas da "Construção Industrializada" aplicam-se a qualquer sistema construtivo e/ou estrutural. Entretanto, nota-se que na construção

metálica, talvez por já se iniciar a partir da industrialização das peças estruturais, há uma maior cultura e aceitação na aplicação de tecnologias, materiais e sistemas industrializados. Desde sua origem, a construção metálica é desenvolvida por meio de processos industrializados, de alta precisão e a partir dos conceitos de padronização e modulação. No cenário internacional, construção estruturada em aço é sinônimo de racionalização e produtividade e sua execução já pressupõe a adoção dos demais materiais e sistemas desenvolvidos a partir dos mesmos conceitos.

Nos países que têm maior cultura e domínio da utilização de construções metálicas, as edificações estruturadas em aço são pensadas como um produto a ser montado e entregue ao cliente. Tais obras são executadas por meio da adoção de materiais e sistemas industrializados em todas as fases de montagem. Muitas vezes, os projetos são desenvolvidos, independente de uma demanda específica e ofertados ao mercado como um "produto" pronto e disponível para consumo. Para isso, adotam-se conceitos de modulação e padronização de elementos que podem ser associados de diferentes maneiras, possibilitando uma flexibilidade de customização dos projetos "prontos" de acordo com cada demanda específica.

Apesar de apresentar constante crescimento, a construção em aço no Brasil ainda é pouco explorada se comparada com países como Inglaterra, Japão e Estados Unidos. Nestes países, o percentual de obras em aço gira em torno de 50% a 65% do total de edificações construídas, enquanto no Brasil apenas 12% das obras adotam este sistema estrutural (IBS, 2011). Muitas vezes este sistema construtivo é utilizado no Brasil associado a materiais construtivos convencionais, o que acarreta uma perda na produtividade e racionalização do processo. Com isso, os resultados não satisfatórios de algumas experiências acabam contribuindo para determinada resistência de implantação deste método construtivo (SALES, 2001; BASTOS, 2004).

Conforme citado anteriormente, assim como ocorre com a implantação de sistemas industrializados, as obras que adotam o aço como sistema estrutural no Brasil são, em sua maioria, de grande porte, alto padrão construtivo e sobretudo direcionadas a empreendimentos que dependem de rápida execução. Há também experiências em obras de pequeno porte como casas populares e pequenos galpões, porém, nestas o emprego de tecnologias, materiais e sistemas industrializados é reduzido. Entretanto, independente do porte da obra, e do percentual de elementos industrializados utilizados nas mesmas, o sucesso do emprego deste sistema estrutural depende diretamente da adoção dos conceitos de modulação e preferencialmente padronização de elementos, estruturais ou não, no projeto desenvolvido. Tais conceitos são referências de ganho de produtividade não só na indústria da construção civil, como em diversas outras, sobretudo as que adotam sistemas de produção em massa.

Encontra-se disponível no mercado, uma grande variedade de componentes, acabamentos e sistemas complementares modulados e padronizados que possibilitam a utilização em diversas tipologias e com grande flexibilidade. Similarmente, mostra-se interessante a oferta de elementos estruturais e de ligação desenvolvidos a partir do mesmo conceito.

Entretanto, a padronização e modulação destes elementos deve ser adotada como um facilitador produtivo e de interface entre elementos construtivos e não como limitador de soluções arquitetônicas e/ou estruturais. É fundamental que este tipo de sistema possibilite flexibilidade de soluções, permitindo a customização dos projetos de acordo com a demanda de cada cliente e local de implantação.

Diante deste quadro, propõe-se uma análise sobre o desenvolvimento de projetos de edificações estruturadas em aço, sob o enfoque dos conceitos do Desenvolvimento de Produto, Produção em Série e Customização em Massa.

Avalia-se a possibilidade de aprimorar ou modificar os atuais processos de projeto desenvolvidos no país, por meio da efetiva aplicação dos conceitos de modulação, padronização e repetição de elementos que permitam a racionalização de todo o processo de concepção e montagem de uma edificação industrializada em aço. Procura-se assim, verificar a viabilidade de gerar um projeto de edificação de caráter repetitivo, estruturada em aço, cujo sistema estrutural e/ou demais sistemas, sejam concebidos aos moldes de um Projeto de Produto e das metodologias de Produção em Série.

1.2 – Objetivos

Baseando-se nos dados desta análise, desenvolve-se o trabalho de pesquisa a partir dos seguintes objetivos:

Propor uma sistematização de diretrizes de projeto, para a concepção de edificações a serem projetadas a partir de elementos padronizados e modulados, em estrutura metálica, para Hotéis da categoria Econômica.

Como objeto principal de aplicação das diretrizes, adota-se o sistema construtivo em módulos prontos estruturados em aço, abordando conceitos ligados ao Desenvolvimento de Produtos e Customização em Massa.

As diretrizes são propostas especificamente para tal tipologia arquitetônica a fim de possibilitar flexibilidade de projeto. Assim, busca-se direcionar o processo de projeto de forma a possibilitar maior produtividade e qualidade nos processos de projeto e execução da obra com diminuição de prazos de entrega de componentes, maior giro de estoque nas indústrias e redução de custos e prazos, a partir da produção de maior número de peças padronizadas.

Aliada aos conceitos acima descritos, aplica-se a coordenação modular, que já é intrínseca ao processo de projeto e produção de construções industrializadas em

aço. Portanto, a proposta é uma investigação sobre a possibilidade de se desenvolver um sistema construtivo estrutural, com componentes modulares e padronizados que possam ser repetidos o maior número de vezes possível, seja em uma mesma edificação, seja em diversas edificações, de forma a otimizar:

- O projeto de cada um dos componentes construtivos (ou módulos), no que se refere ao *design*, dimensionamento e formas de ligação;
- A interface do sistema construtivo desenvolvido com os demais sistemas a serem utilizados na edificação;
- A flexibilidade do sistema para utilização com diferentes sistemas de fechamento e instalações;
- A eficiência do sistema para ser utilizado em diferentes edificações, em terrenos e situações climáticas diversas;
- A flexibilidade para customização em relação à interligação entre as peças do sistema e o resultado final obtido para cada edificação.

1.3 – Metodologia

Como metodologia para desenvolvimento desta pesquisa e forma de atingir os objetivos propostos, define-se a seguinte sistemática de trabalho:

Em uma primeira etapa, realiza-se de uma revisão bibliográfica sobre os assuntos que serão abordados para o desenvolvimento do trabalho, como:

1. O conceito e os processos de Desenvolvimento de Produto, abordando a evolução deste processo ao longo do tempo e as metodologias existentes.
2. O conceito de Customização em Massa e suas possibilidades de aplicação em produtos industrializados, produzidos em série. A partir dos conceitos levantados, analisa-se a viabilidade de utilização deste conceito no projeto de edificações industrializadas.

3. O projeto de edificações de caráter repetitivo e passíveis de padronização de elementos (estruturais, construtivos e arquitetônicos), com enfoque especial para as características pertinentes a tais tipologias.
4. Projetos de hotéis e suas particularidades no que diz respeito a tipologias mais utilizadas, categorias, dimensionamento, escopo, layouts, em especial para projetos da categoria econômica. Tendo como foco as diretrizes específicas e a modulação que proporciona maior otimização em termos da utilização dos espaços e aproveitamento em relação as demandas de mercado, associando-se às peças estruturais e demais sistemas construtivos a serem utilizados.

A partir dos dados levantados na revisão bibliográfica realizada, finaliza-se o trabalho com o desenvolvimento de uma sistematização de diretrizes de projeto para hotéis da categoria econômica, com as características descritas nos objetivos do trabalho.

Utiliza-se, como ferramenta na elaboração de tais metodologias e diretrizes, módulos prontos projetados a partir dos conceitos de desenvolvimento de produtos que possibilitem a padronização de projeto, em relação as dimensões arquitetônicas e estruturais e conseqüentemente a padronização final dos componentes construtivos, não só estruturais como de acabamento. Desta forma, busca-se gerar uma otimização e racionalização tanto do processo de projeto como da execução da edificação.

Adota-se conceitos da Customização em Massa de forma a gerar uma flexibilidade de projeto, na configuração formal e estética do edifício, apesar do grande índice de padronização dos componentes construtivos utilizados.

2.1 – Contextualização Histórica

A atividade de Desenvolvimento de Produtos tem sua origem remota na produção artesanal, na qual o artesão, que possui um relacionamento direto com o consumidor, tem o domínio de toda a técnica não só da criação (conceito) como da produção do produto. O "mestre" artesão possui conhecimento sobre os materiais a serem utilizados (fibras, argila, madeira...) e sobre as necessidades e demandas do cliente por ter uma relação direta com o mesmo. A aquisição deste conhecimento é feita por meio da transmissão do conhecimento do ofício (o fazer) que passa do "mestre" aos aprendizes, sem se preocupar com a questão da concepção de novos produtos ou da introdução de inovação nos mesmos. As inovações nos produtos existentes, novos frisos, encaixes e/ou criação de novos produtos surgem muito mais por solicitações do cliente, devido à sua proximidade com o artesão, do que por uma prática da atividade de concepção de inovações ou novas criações (FILHO, 2004).

"O grande interesse nesta fase está no fato de que o mestre artesão possuía, teoricamente, o domínio da competência requerida para sua função e o controle dos meios de produção necessários. Ainda hoje, em setores como o da construção civil, podem ser observadas características interessantes referentes a esse período. Um mestre de obras possui formas de competência bastante desenvolvidas e peculiares a suas funções. Um pedreiro oficial possui o domínio de sua técnica, e na maioria das vezes os instrumentos necessários ao seu trabalho, que por sinal guardam extrema semelhança com determinados instrumentos bastante antigos, como pás, níveis, guias etc. Neste caso, um artesão ceramista possui o conhecimento (tácito, portanto não relacionado a modelos formais de aprendizado) necessário à execução de seu produto, desde a escolha

da argila adequada (normalmente identificando locais onde esta é disponível), os processos de moldagem, cozimento, decoração e, por fim, venda e entrega." (FILHO, 2004).

Este tipo de relacionamento, por meio do contato pessoal e próximo ao cliente, onde se pode estabelecer as exigências e demandas do mesmo, ainda estão presentes nas áreas da indústria de joalherias, cerâmicas, tecidos, móveis, barcos e construção civil (BACK, 1983).

Com a introdução do papel na Europa no séc. XI e posteriormente o desenvolvimento e utilização de técnicas de perspectiva tornou-se possível o registro gráfico de soluções concebidas, por meio de uma ferramenta descritiva eficiente, a perspectiva (FILHO, 2004). As invenções de Leonardo Da Vinci são interessantes exemplos dos primeiros registros gráficos de produtos concebidos e desenvolvidos, desde o conceito, passando pelos materiais a serem utilizados e formas de execução e/ou produção (Figura 2.1).



(a)



(b)

Figura 2.1 - Desenho e protótipo da Máquina voadora de Leonardo Da Vinci.

Fonte: LEONARDO NATURE ART AND SCIENCE, 2010

No caso de Da Vinci, seus projetos vão de edificações a máquinas e invenções científicas, para os quais a concepção é feita anteriormente ao desenvolvimento do produto, passando pela ideia, o conceito, a forma de funcionamento, a função do objeto, a forma de produção e os materiais a serem utilizados no mesmo. Todos estes conceitos pré-desenvolvidos são previamente registrados graficamente, configurando-se a documentação necessária para a transmissão não só da ideia (conceito) como também da forma de execução do produto.

O início da utilização do papel e das técnicas de representação gráfica como forma de representar e documentar o projeto, trouxeram uma grande facilidade na definição das características finais do produto, possibilitando a descrição, especificação de aspectos formais, determinação de dimensões e materiais de execução antes mesmo da primeira versão ser concluída. Anteriormente era necessário um modelo do objeto concluído para servir de exemplo para os demais a serem produzidos. Muitas vezes, deficiências de especificações e/ou uso só eram observadas após a conclusão do primeiro protótipo. Com a utilização dos desenhos, estas e outras questões podem ser solucionadas ainda na fase de projeto.

Outro período de extrema importância e crescimento para a atividade projetual é o das grandes navegações, já que a arte de projetar e construir navios envolve diversas formas de competência, em um trabalho conjunto altamente elaborado. A construção das caravelas constitui-se em um marco, pela utilização de desenhos construtivos em perspectiva, com o objetivo expresso de documentar a construção do barco e transmitir informações entre os diversos envolvidos. Soma-se a isso o fato de ter-se a construção de mais de um "produto" a partir de um único projeto, que de acordo com as necessidades e/ou observações de deficiências vai sendo modificado e recebendo inovações (FILHO, 2004).

A origem dos conceitos e procedimentos da atividade de Desenvolvimento de Produtos como é entendida hoje, deve-se aos métodos surgidos a partir da Revolução industrial. Trata-se de um período caracterizado pelo desenvolvimento da indústria de manufatura, a mecanização da fabricação e uma complexa organização industrial. A partir do final do Século XIX, nota-se um interesse mais acentuado por métodos e técnicas orientados especificamente ao desenvolvimento de produtos. A indústria absorve gradualmente a importância deste novo domínio de conhecimento, o qual passou a atingir posição de destaque ao final do Século XX (BACK, 1983).

A tendência a uma progressiva divisão de tarefas dentro das fábricas é simplificada a partir da utilização de desenhos de representação das etapas de produção e o trabalho começa a ser dividido na confecção de produtos compostos por diversas peças. Além de facilitar a execução do produto, esta divisão leva a uma especialização setorizada de mão-de-obra e a um aumento da produtividade, além de efetivar a necessidade de desenhos e informações cada vez mais detalhados e de profissionais especializados para desenvolvê-los. Com a consolidação da Revolução Industrial e a crescente sofisticação da produção, tem início a atividade específica de Projeto de Produtos e o surgimento de profissionais ocupados e especializados exclusivamente para esta atividade (FILHO, 2004).

2.2 – A Evolução da Atividade de Desenvolvimento de Produtos

A atividade de Desenvolvimento de Produtos é relativamente recente. As formas de organização do trabalho trazidas pela aplicação de metodologias e ferramentas de projeto e a necessidade de interação de diferentes competências em equipes multidisciplinares são respostas das empresas às demandas cada vez mais sofisticadas por parte de usuários, às novas condições de mercado e à globalização de produtos e dos meios de produção.

"A Revolução Industrial foi a grande responsável pela difusão de novos produtos, e pelo desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas à manufatura. Data de 1700, aproximadamente, a primeira referência à atividade de *design*, concepção, por um especialista, de novos produtos para a manufatura. A importância dessa atividade cresceu no século XIX, bem antes dos *designers* do início do século XX e de escolas como a Bauhaus." (FILHO, 2004)

O desenvolvimento do projeto de um novo produto consiste basicamente na transformação de ideias e informações em representações bi ou tridimensionais. A ideia pode surgir de uma demanda ativa ou passiva, podendo ser trazida ao produto a pedido do consumidor ou tornar-se evidente em resposta a uma sugestão por parte do fabricante. Além disso, pode surgir de uma demanda potencial, que pode ser criada pela introdução de um novo produto ou uma inovação em relação ao que existe disponível no mercado. O papel do *design* e da engenharia nestes casos é fundamental, um processo projetual estruturado e bem conduzido é uma peça-chave para a conquista e manutenção de mercados.

O Desenvolvimento de Produtos, portanto, surge na incorporação de inovações em um produto existente, ou na criação de um novo produto. A atividade principal deste processo ocorre entre um estágio inicial de busca de informações, análise e síntese; e um conclusivo, que organiza as decisões em uma linguagem que possibilite a comunicação, o arquivamento dos dados e a fabricação. Para Medeiros (1981), o processo projetual pode ser dividido em etapas, de forma semelhante aos processos de resolução de problemas de qualquer tipo (Figura 2.2).



Figura 2.2 - Processo de Desenvolvimento de Produtos segundo Medeiros.
Fonte: MEDEIROS, 1981.

Para Ulrich e Eppinger (2000) no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) ocorre a concepção do produto, o projeto de atividades da produção, o lançamento no mercado, além das etapas de retro alimentação de produção e uso. Esse processo se inicia com a percepção de uma oportunidade de mercado e envolve uma série de etapas como:

- A identificação dos requisitos do cliente;
- A tradução desses requisitos em especificações de projeto;
- O desenvolvimento de um conceito;
- O projeto do produto;
- A validação do produto;
- Lançamento no mercado;
- A coleta e disseminação de informações para retro alimentação.

Segundo Bitencourt (2001), “o Projeto do Produto começa com o estabelecimento de um problema, cuja expressão mais comum é um conjunto de necessidades das pessoas (físicas ou jurídicas) que se relacionam com o problema apresentado”. Nessa fase inicial de Desenvolvimento do Projeto do Produto, o projetista necessita de um grande volume de informações, podendo enfrentar alguns problemas como:

- Onde obter informações (disponibilidade, localização, natureza das fontes)?
- Como poderá obter as informações (acessibilidade, custo e demora)?
- Estas informações são confiáveis (credibilidade, autenticidade, relevância e precisão)?
- Como interpretar as informações (significado e aplicabilidade)?
- Estas informações são suficientes (quantidades e variedade)?
- Qual é a decisão em função do resultado (sim, não, pode ser e mais tarde)?

Rozenfeld (et al. 2006), considera o Desenvolvimento de Produtos um processo de negócio cada vez mais crítico devido a internacionalização dos mercados, o aumento da diversidade de produtos e a redução dos ciclos de vida. Para este autor, novos produtos buscam atender segmentos específicos de mercado, incorporando novas tecnologias e se adequando a novos padrões e restrições legais.

Durante o Desenvolvimento do Produto, ocorrem etapas que são mais ou menos complexas de acordo com a complexidade do próprio produto a ser projetado: especificações do conceito de solução, projeto em escala, construção de modelos, avaliação de soluções. Para atingir bons resultados, é essencial que todo o conceito do produto esteja bem fundamentado e a análise do mercado seja consistente. Ao final desta etapa, todas as características do objeto a ser projetado devem estar definidas: soluções formais, materiais a serem utilizados e/ou processos de fabricação a ser adotados.

Tais atividades de projeto não são lineares, sendo marcadas por avanços e retornos, uma decisão tomada numa determinada etapa pode afetar a alternativa anteriormente adotada. Isto melhora o produto por meio de análises sucessivas e permite enxergar certas oportunidades e problemas que tenham passado despercebidos. Para Baxter (1998), "o Desenvolvimento de Produtos pode ser considerado um processo estruturado, onde cada etapa compreende um ciclo de gerações de idéias, seguido de uma seleção das mesmas". Estas etapas podem se dividir no processo e aparecem, nos fluxogramas mostrados, como subdivisões de algumas das fases (Figuras 2.3 e 2.4).



Figura 2.3 - Entradas e principais resultados da fase de configuração do projeto.

Fonte: BAXTER, 1998



Figura 2.4 - Etapas da fase projeto detalhado.

Fonte: BAXTER, 1998

O funcionamento do processo projetual, apresenta estreitas semelhanças com a maioria dos métodos para solução de problemas: necessidade, levantamento de informações, concepção, geração de alternativa, determinação da solução e detalhamento. A partir da observação da complexidade do Processo de Desenvolvimento de Produto, os profissionais concluíram que para facilitá-lo e otimizá-lo, faz-se necessária a criação e aplicação de sofisticados conjuntos de procedimentos. Neste contexto, não caberiam mais métodos intuitivos ou não estruturados de projeto, mas sim o desenvolvimento de procedimentos e metodologias específicas para a formalização e direcionamento das atividades e fases que configuram o Processo de Desenvolvimento de Produtos.

2.3 – Metodologias do Processo de Desenvolvimento de Produtos

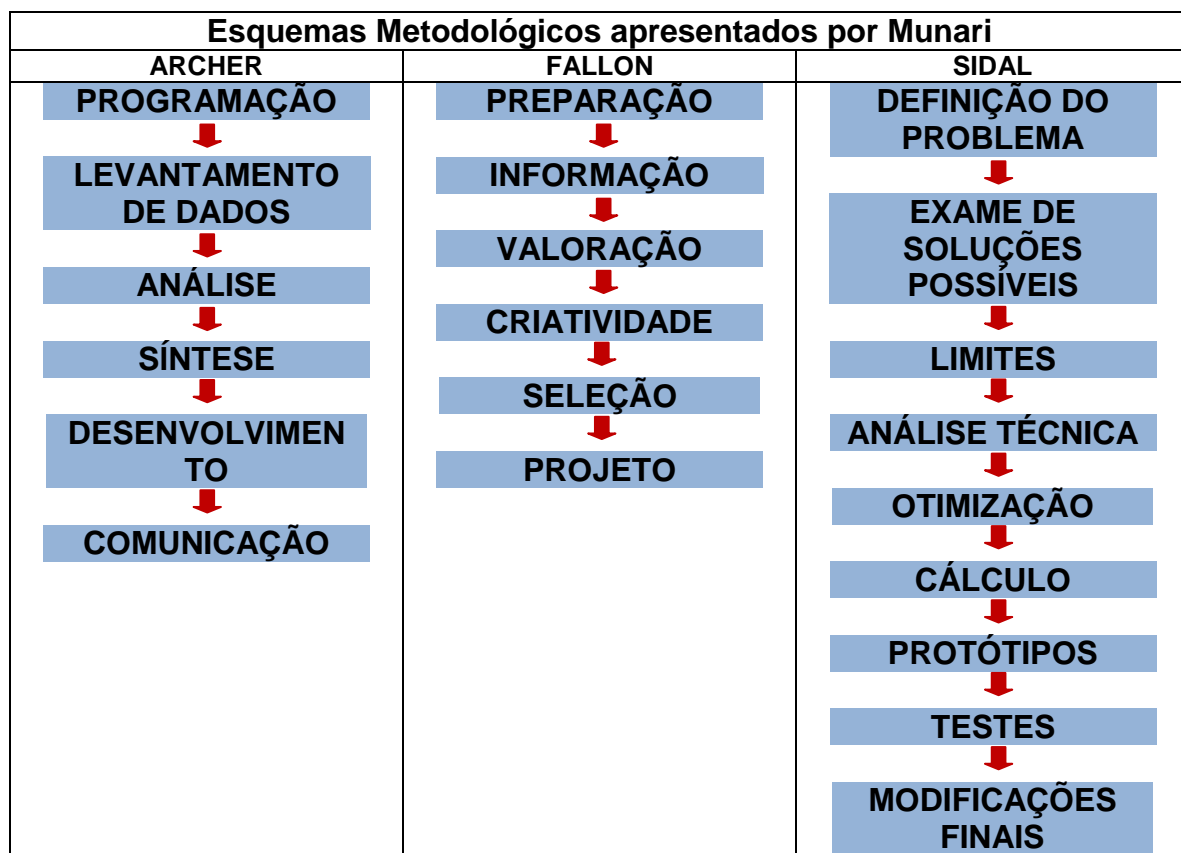
A partir da constatação da necessidade da criação de metodologias formais para o Desenvolvimento de Produtos, diversos autores se dedicaram ao desenvolvimento das mesmas, criando uma série de modelos que podem variar de acordo com o tipo de produto a ser desenvolvido. As formas de aplicação de tais metodologias apresentam diferenças consideráveis. Pode-se dizer que o nível de sofisticação e detalhamento do processo metodológico adotado obedece às características do produto a ser desenvolvido.

Portanto, dependendo da complexidade do produto, do tamanho da equipe de desenvolvimento e do tempo disponível, escolhe-se a metodologia a ser adotada. É fácil notar que o Processo de Desenvolvimento de Produtos simplificados como uma cerâmica, um móvel ou mesmo uma residência pode ser gerenciado por um único profissional ou uma equipe reduzida. Entretanto, em projetos de grandes edifícios ou um automóvel, por exemplo, além da complexidade do produto ser maior, o processo envolve grandes equipes, muitas vezes localizadas até mesmo em países diferentes e um tempo de desenvolvimento maior.

O que acontece na prática é que o profissional avalia e se identifica com determinadas metodologias, mas não necessariamente aplica todas as etapas sugeridas. Muitas vezes algumas etapas são suprimidas por não se aplicarem devidamente àquele processo ou por poderem torná-lo demasiadamente complexo para o que se propõe. Em muitos casos, os profissionais acabam por mesclar etapas de metodologias de autores diferentes, criando seu próprio processo metodológico. Em outros, orientam-se por meio de um processo desenvolvido empiricamente com base nas referências de autores conhecidos. O importante é criar uma sequência e direcionamento dos procedimentos que envolvem o Processo de Desenvolvimento do Produto, possibilitando a otimização do mesmo.

Diversos autores desenvolveram processos metodológicos que podem ser aplicados em diferentes áreas de Desenvolvimento de Produtos, com diferentes níveis de complexidade como Munari (1975), Jones (1976), Bonsiepe (1978 e 1984), Asimow (1968) e Medeiros (1981). Apresenta-se a seguir as principais características de cada um deles.

Quadro 2.1 - Esquemas Metodológicos apresentados por Munari.



Fonte: MUNARI, 1975

Munari (1975) apresenta uma visão de metodologia aplicada à comunicação visual, mas que possui uma natural similaridade com diversos conceitos do *design* e das engenharias, embora apresente um enfoque especial às características estéticas e visuais do produto. Segundo o autor, o artista projeta suas obras utilizando-se de regras clássicas e de acordo com as técnicas que lhe são familiares, com o objetivo de criar obras densas e de concepção pessoal. Neste

caso, é necessário um projeto que não somente possua qualidades estéticas e que seja compreensível para seu público, mas que atenda satisfatoriamente a vários outros requisitos, como meios tecnológicos disponíveis para fabricação, viabilidade econômica e de materiais, por exemplo. O autor apresenta uma metodologia baseada nos esquemas de Archer, Fallon e Sidal (Quadro 2.1).

Estruturada em três fases (divergência, transformação e convergência), a metodologia de Jones (1976) indica etapas importantes da atividade de concepção. Partindo-se de uma situação bastante definida (o problema), abrem-se diversos caminhos, que poderão levar a diferentes soluções, mais ou menos adequadas, por meio da transformação dos dados obtidos na etapa de informação primária. A partir daí, o processo de concepção levará a uma “filtragem” das soluções possíveis, com a determinação de parâmetros e geração de alternativas, até que se chegue a uma solução final de *design*. Embora não aborde outras etapas de projeto como detalhamento do produto e construção de modelos e/ou protótipos, percebe-se neste caso recursos de extrema importância para a geração de alternativas (especialmente com relação a aspectos formais do produto) e desenvolvimento de inovações significativas (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 - Metodologia proposta por Jones.

DIVERGÊNCIA	Informação Primária	Formulação
	Exploração da Situação do Projeto	Análise
TRANSFORMAÇÃO	Percepção ou Transformação da Estrutura do Problema	Síntese
CONVERGÊNCIA	Localizar Parâmetros Descrever Sub-Soluções Identificar Contradições	Concepção e Desenvolvimento
	Combinar Sub-Soluções em Alternativas	
	Avaliar Alternativas Escolher Solução (Design) final	Avaliação e Solução

Fonte: JONES, 1976

Bonsiepe (1978 e 1984), *designer* alemão, apresenta uma metodologia mais elaborada, determinando etapas desde o descobrimento e valoração da

necessidade até a fabricação em pré-série. Pode-se notar a separação entre duas etapas fundamentais: a estruturação do problema projetual e o projeto propriamente dito. O autor chama atenção para a importância de um firme enfoque em relação ao problema a ser atendido como forma de tornar consistente a solução adotada (Quadro 2.3).

Quadro 2.3 - Metodologia proposta por Bonsiepe.

ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA PROJETUAL	Descobrimto de uma necessidade. Valoração da necessidade.	Formulação
	Formulação geral do problema. Finalidade particular do produto. Finalidade geral do projeto.	Análise
	Formulações particularizadas do problema. Requisitos específicos e funcionais. Características do produto. Fracionamento do problema. Hierarquização dos problemas parciais.	Síntese
	Análise de soluções existentes	Avaliação
PROJETO	Desenvolvimento de alternativas.	Concepção e Desenvolvimento
	Verificação e seleção de Alternativas	Avaliação e solução
	Elaboração de detalhes particulares	Execução
	Protótipo. Modificação do protótipo	Revisão
	Fabricação da Pré-série	Execução

Fonte: BONSIPE, 1978

Neste caso, observa-se uma maior amplitude em relação ao processo projetual, que inclui etapas como construção de protótipos e fabricação da pré-série, etapas importantes para que, por meio de um processo de *feed back*, sejam estabelecidos parâmetros para novos projetos com base em erros e acertos dos projetos desenvolvidos (Figura 2.5).



Figura 2.5 - Processo de projeto proposto por Bonsiepe.

Fonte: Bonsiepe (1984)

A metodologia apresentada por ASIMOW tem como características principais uma abordagem mais ampla do processo projetual em relação às anteriores, bem como um aspecto cíclico que aparece como uma constante durante o processo. Etapas como avaliação e revisão repetem-se ao longo do projeto, chamando a atenção para o fato de que o processo projetual não é estático ou linear, apresentando menores ou maiores peculiaridades em função de características próprias do produto a ser concebido e do público ao qual é destinado (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 - Processo Metodológico proposto por Asimow.

ESTUDO DE EXEQUIBILIDADE	Análise das necessidades.	Formulação
	Identificação do problema.	Análise e síntese
	Concepção para o projeto.	Concepção
PROJETO PRELIMINAR	Análise física. Análise econômica. Análise financeira.	Avaliação
	Seleção de concepção. Modelos matemáticos. Análise de sensibilidade. Análise de compatibilidade. Otimização formal. Projeções para o futuro. Previsão do comportamento do sistema. Verificação da concepção do projeto. Simplificação do projeto.	Desenvolvimento
PROJETO DETALHADO	Preparação para o projeto.	Avaliação
	Projeto geral de sub-sistemas. Projeto geral de componentes. Projeto detalhado das partes. Desenhos de montagem. Construção experimental.	Execução
	Programa de testes.	Revisão
	Análise e revisão.	Avaliação
	Re-projeto.	Revisão

Fonte: MEDEIROS, 1981

A metodologia proposta por Medeiros (1981), apresenta como característica marcante um alto nível de detalhamento, em especial na etapa de análise. Além disso, pode-se observar um cuidado do autor em determinar os diferentes níveis do projeto, desde sistemas completos até peças isoladas. O autor apresenta diversas formas de desenvolvimento do processo projetual, entre seqüências predominantemente lineares ou aquelas em que há o desenvolvimento paralelo de

várias etapas. Na metodologia apresentada, é sugerida a possibilidade de que a etapa referente às diversas análises concluídas possa ser realizada de forma paralela, de acordo com a equipe e o tempo disponíveis (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 - Metodologia proposta por Medeiros (continua).

ETAPAS DE IDENTIFICAÇÃO	Identificação inicial do contexto de projeto (situação do projeto, processos de solução, produtos e política existentes, mercado e normas de legislação).
	Identificação dos fabricantes e usuários.
	Planejamento do trabalho (identificação do escopo do projeto, do produto ou sistema de produtos).
	Viabilização do projeto.
ETAPA DE ANÁLISE	Análise do processo de trabalho.
	Análise das tarefas de comando (importância, frequência e tempo de uso).
	Análise dos fatores antropométricos.
	Análise de condições ambientais.
	Análise das tarefas de manutenção.
	Análise dos fatores morfológicos.
	Análise dos fatores de operação (sistema, sub-sistemas e funções técnicas do produto, obsolescência).
	Análise dos fatores de difusão.
	Análise dos fatores de produção.
Análise e avaliação dos produtos existentes.	
ETAPA DE DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS	Definição dos requisitos e restrições.
	Definição de características e sub-sistemas do produto.
	Fracionamento e hierarquização dos sub-sistemas do produto.
	Programação da etapa seguinte.
ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	Desenvolvimento de alternativas de concepção do produto como um todo.
	Avaliação e seleção de alternativas de concepção.
	Avaliação e seleção de alternativas par o produto.

Fonte: MEDEIROS, 1981

Quadro 2.5 - Metodologia proposta por Medeiros (conclusão).

ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	Desenvolvimento de alternativas para cada sub-sistema.
	Detalhamento da solução para cada sub-sistema.
	Desenvolvimento de alternativas para cada componente.
	Avaliação e seleção de alternativas para cada componente.
	Detalhamento da solução para cada componente.
	Desenvolvimento de alternativas para cada peça.
	Avaliação e seleção de alternativas para cada peça.
	Detalhamento da solução para cada peça.
	Desenvolvimento da concepção formal - avaliação da compatibilização dos sub-sistemas - execução de modelos e desenhos.
ETAPA DE TESTES	Construção de protótipo(s) da(s) solução(ões) adotada(s).
REVISÃO DE PROJETOS	Revisão de documentação.

Fonte: MEDEIROS, 1981

Romano (2003) apresenta uma metodologia que entende-se, neste trabalho, atender de forma mais aplicada às áreas de engenharia, design e arquitetura, facilitando não só o entendimento como a aplicabilidade no processo de desenvolvimento de projeto de edificações (figura 2.6).

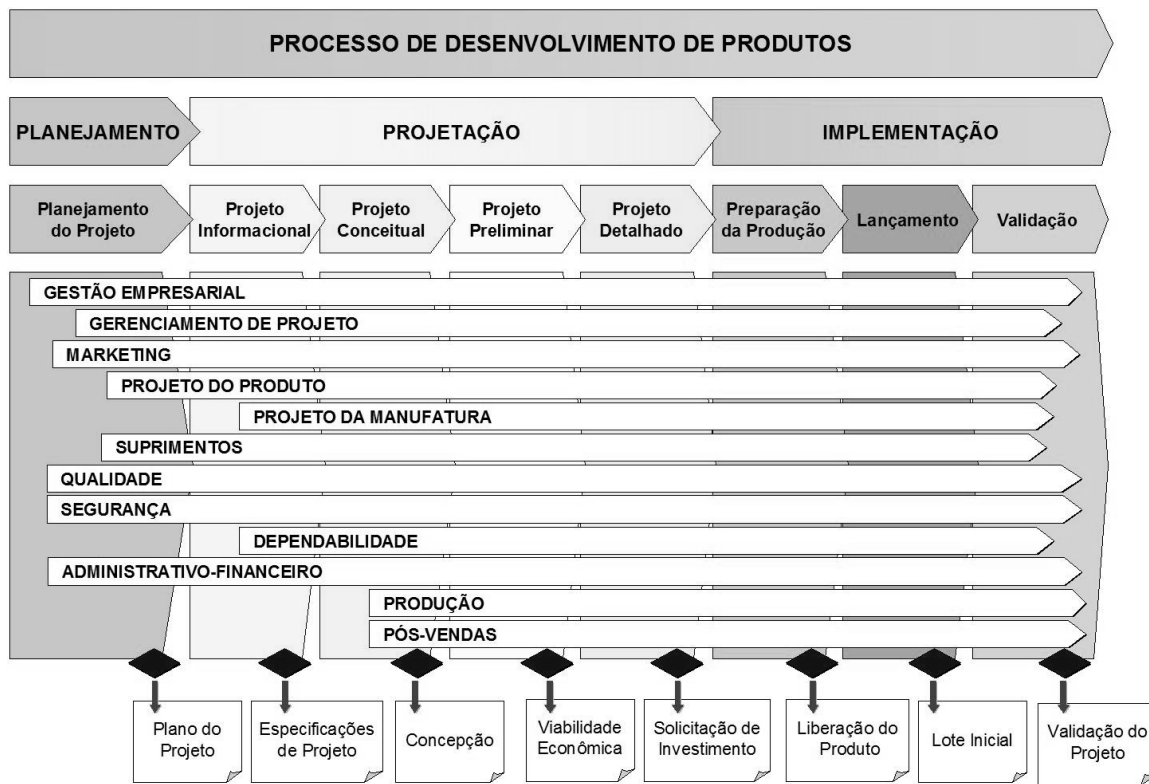


Figura 2.6 – Processo de desenvolvimento de produto.

Fonte: Romano (2003)

No desenvolvimento de projeto e execução de uma edificação, especialmente as executadas em aço, identificam-se facilmente as etapas: projeto informacional, conceitual, preliminar, detalhado e o projeto para produção, antes das etapas de lançamento e validação. No caso de edificações em aço moduladas, conforme propõe-se neste trabalho, a etapa de projeto para produção se encaixa na fabricação das peças estruturais e / ou módulos a serem produzidos na indústria, antes de serem transportados para a montagem na obra.

3.1 – Considerações Iniciais

O processo de projeto é uma das etapas da construção civil que vem sofrendo grandes mudanças e investimentos em pesquisa e aperfeiçoamento, na busca de maior qualidade e eficiência do produto final. A conceituação e o projeto inicial são determinantes para o direcionamento e eficiência das fases subseqüentes do processo construtivo sendo, portanto, uma das etapas que recebe grandes investimentos em pesquisas, aperfeiçoamento e tempo de desenvolvimento nos países com maiores índices de industrialização no setor da construção.

Na Inglaterra, um trabalho financiado pelo *UK Department of Trade & Industry* e o *British Steel*, como parte do chamado *Steelwork 2000*, constatou que 80% dos custos da construção são provenientes de definições tomadas nos 20% iniciais do tempo de concepção de projeto. Com base nestes dados foi desenvolvido um projeto que utiliza a *Knowledge Based Engineering* (KBE) como ferramenta computacional para a simulação tridimensional de concepções de projeto, auxiliando no processo de projeto arquitetônico e estrutural de construções em aço. O trabalho possibilitou, com a modulação de componentes e desenvolvimento de protótipos 3D a redução de problemas de execução e testes de viabilidade na fase de concepção inicial do projeto. Com isso houve um significativo aumento de qualidade e produtividade, além da redução de prazos, custos e patologias nas experiências realizadas (BARLOW; AMIRUDIN, 2008).

Percebe-se no Brasil um constante crescimento de investigação e investimento no processo de projeto de edificações, na certeza de que este é um condutor do aperfeiçoamento da cadeia produtiva da Construção Civil no país. Na produção acadêmica nacional, vários são os trabalhos dedicados à investigação e

implementação de novos procedimentos e tendências nos processos de projeto, dos quais pode-se citar: Sabbatini (1989), Ferreira (1993), Melhado (1994), Fabrício (2002), Romano (2003), Bastos (2004), entre outros.

No que se refere à "Construção Industrializada", o desenvolvimento do projeto da edificação como Projeto de Produto, contribui para a implementação da racionalização e aumento de produtividade, possibilitando maior organização e, sobretudo, interação entre as fases da gestão e produção do espaço edificado. Segundo Fabrício (2002), o Processo de Projeto abrange desde as fases de concepção do empreendimento até sua construção e avaliação pós ocupação. Este processo pode ser dividido segundo o modelo apresentado por Romano (2003):

- Planejamento do empreendimento;
- Desenvolvimento do projeto informacional da edificação (especificações de projeto);
- Desenvolvimento do projeto conceitual da edificação (partido geral);
- Desenvolvimento do projeto legal da edificação;
- Acompanhamento do projeto legal da edificação;
- Desenvolvimento do projeto detalhado e dos projetos para a produção da edificação; Acompanhamento da obra;
- Acompanhamento do uso.

Na construção nacional, os conceitos de padronização e industrialização de produto ainda encontram resistência de implementação, diferentemente do que já vem acontecendo em outros setores industriais há algum tempo. Segundo Fabrício (2002),

“..., na indústria seriada, muitas vezes, o desenvolvimento de um novo produto é acompanhado pelo desenvolvimento de uma inovação no conceito do produto ou na tecnologia ou no marketing ou em vários destes aspectos conjuntamente. Na construção, ao

contrário, a maioria dos empreendimentos é desenvolvida com base nos padrões tradicionais e não está orientada para a introdução de inovações”.

Sobre o mesmo enfoque, Thomaz (2002) ressalta que:

“... não se observa ainda, nos níveis requeridos, a suficiente aproximação entre pesquisa aplicada à indústria da construção, entre as construtoras e as indústrias de materiais, entre o projeto e a obra. Entre as deficiências técnicas que ainda inibem o pleno desenvolvimento da construção brasileira, pode-se apontar... o insuficiente estímulo a pesquisas multidisciplinares e multi-institucionais, as dificuldades na produção e efetiva aplicação da normalização técnica brasileira, a relativa desorganização das bases de dados sobre materiais, processos e técnicas construtivas. Tudo culminando na insuficiente agregação de conhecimentos técnicos às práticas de projeto e construção”.

3.2 - Customização em Massa como Estratégia de Projeto

Entendendo-se o desenvolvimento de projetos de edificações como Desenvolvimento de Produto, conforme proposto anteriormente, consegue-se obter uma visão mais integrada do processo e do nível de flexibilidade que o produto final poderá alcançar. Para facilitar e majorar a flexibilidade das soluções desenvolvidas neste processo, acredita-se que uma estratégia interessante a ser adotada é a Customização em Massa.

A Customização em Massa (CM) é um paradigma de produção que permite às empresas customizarem seus produtos a custos comparáveis aos dos produtos não customizados e com certo grau de flexibilidade e personalização.

O termo CM foi cunhado por Stan Davis em seu livro “Futuro Perfeito” de 1987, porém somente tornou-se mais conhecido no meio empresarial com a publicação

por Pine (1993) de seu livro “Customização em Massa: a nova fronteira da competição dos negócios”.

Desde então, houve um gradual crescimento na quantidade de estudos sobre a CM. A abordagem da CM pode ser vista como resultante do aperfeiçoamento dos tradicionais processos que aumentam a flexibilidade e melhoram os índices de qualidade, mantendo os custos competitivos (VIGNA; MIYAKE, 2005).

A padronização de elementos construtivos, para que atendam ao propósito da aplicação dos conceitos da Customização em Massa, deve proporcionar o máximo de flexibilidade na concepção e desenvolvimento do projeto arquitetônico. Além disso, deve permitir que em um mesmo projeto, exista a possibilidade de variações de materiais de fechamento e acabamentos e soluções diferenciadas de ventilação e iluminação. Desta forma, viabiliza-se a implantação de uma mesma solução em sítios com diferentes topografias, climas e culturas.

Em outros setores da indústria no Brasil o conceito de modulação customizada (termo originado da aplicação do conceito CM, processo de produção) vem sendo amplamente adotado pelas empresas como diferencial competitivo, com bons resultados. Para isto as empresas precisam alterar seus processos de produção e customizar produtos sem perda excessiva de produtividade e aumento dos custos de fabricação. Tal objetivo é alcançado por meio da aplicação dos conceitos da Customização em Massa e suas diversas estratégias.

Na Indústria da Construção Civil no Brasil, a oferta de produtos customizados vem sendo utilizada no setor residencial de alto padrão. Certos empreendimentos oferecem opções de plantas personalizadas nas quais o cliente tem liberdade de modificar não só materiais de acabamento como também o projeto arquitetônico, o *layout* e dimensão dos ambientes. A empresa consegue a flexibilidade por meio de uma abordagem adequada do projeto do produto, uma vez que o mesmo

determinará sua forma de produção e sua adaptação às necessidades do cliente. Construtoras de grande porte como Cyrela, Even, Líder e Caparaó, entre outras, investem neste segmento. Observa-se que muitas destas experiências são adotadas em empreendimentos que utilizam o concreto armado como sistema construtivo.

Entende-se que, se os resultados obtidos em um sistema construtivo de pouca industrialização e racionalização de processos são satisfatórios e competitivos, a utilização desta metodologia em um sistema construtivo industrializado e racionalizado é efetivamente viável, como pretende-se abordar neste trabalho.

Conceitos como modulação, produção em série e padronização são essencialmente inerentes à construção industrializada em aço e configuram-se como ferramentas de otimização no Processo de Desenvolvimento de Produtos pautado na CM. Assim, pretende-se aplicá-los no desenvolvimento da metodologia e diretrizes de projeto a ser proposto como objeto final deste trabalho.

Diversos autores relatam as vantagens da abordagem do projeto de produto modular, Feitzinger e Lee (1997), Sahin (2000), Selladurai (2004), Partanen e Haapasalo (2004). Todos citam a modularização do produto como um determinante crítico para a CM. Segundo esses autores, a CM possibilita o desenvolvimento de produtos que podem sofrer mudanças em sua configuração final, mantendo porém, os processos de produção estáveis. Isto é possível por meio do projeto modular, que facilita a rápida identificação de possíveis problemas de projeto e de deficiências de qualidade e patologias (FEITZINGER; LEE, 1997).

Com a modulação, mesmo na fabricação de uma família ou mix de produtos que podem variar bastante na configuração final, as etapas iniciais são comuns e padronizadas. De acordo com o sistema de produção do produto, desde as fases de projeto até a finalização, pode-se aplicar as estratégias da CM em diferentes

estágios, de acordo com o que for mais interessante para cada tipo de produto. Lampel e Mintzberg (1996) definiram um *Continuum* de Estratégias com cinco diferentes níveis de aplicação da CM que podem ser adotados ao longo dos quatro principais estágios da cadeia de produção: projeto, fabricação, montagem e distribuição (figura 3.1).

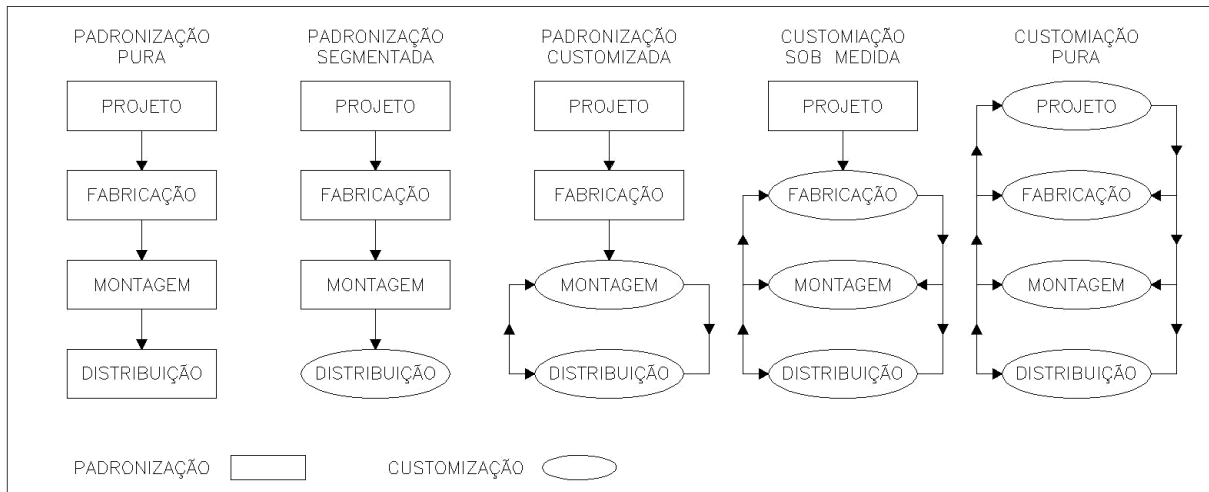


Figura 3.1 – *Continuum* de estratégias de Lampel e Mintzberg.

Fonte: LAMPEL; MINTZBERG, 1996

Segundo Mocho (2002), o aumento de flexibilidade nos processos de produção permite a oferta de produtos e serviços customizados com grande eficiência. Pine (1993) identifica cinco estágios básicos pelos quais devem passar as empresas que pretendem migrar da padronização de produtos e serviços à Customização em Massa:

- 1º. Customizar serviços em torno de produtos customizados – estender o conjunto de necessidades, principalmente para os produtos considerados *commodities*.
- 2º. Produzir em massa bens ou serviços customizados, os quais os consumidores possam facilmente adaptar as suas necessidades individuais.

3º. Mover a produção para o consumidor, oferecendo a customização “*pointdelivery*”.

4º. Prover respostas rápidas ao mercado.

5º. Modularizar componentes para customizar os produtos e serviços na fase final.

Adicionalmente os autores esclarecem que alguns processos produtivos são mais flexíveis que outros, convertendo de modo eficiente e eficaz, informações em produtos personalizados. É importante que o projeto do produto esteja alinhado com as atividades de manufatura e logística, de modo que os passos necessários à personalização dos produtos ocorram numa etapa adequada da cadeia produtiva, sem que onere o custo total do produto.

A localização das diferentes etapas a partir das quais será aplicada a customização, depende do tipo de produto e é associada ao conceito de postergação (*postponement*). O *postponement*, refere-se ao retardamento de certas atividades de diferenciação do produto ou serviço, possibilitando assim a customização.

Zinn (1990) define quatro tipos primários de *postponement*, todos estão associados ao atraso do processo de fabricação, em diferentes estágios da cadeia de produção. Considera que podem ser de Rotulagem, Empacotamento, Montagem e Fabricação ou Manufatura, e são aplicáveis em diferentes empresas, provocando diferentes alterações nas cadeias de suprimentos:

1. Rotulagem - etapa de aplicação do rótulo é postergada até o recebimento do pedido;
2. Empacotamento - para produtos vendidos em diferentes tamanhos de embalagens;

3. Montagem - a montagem do produto é adiada até que a ordem de compra seja recebida.
4. Fabricação ou Manufatura - os materiais são enviados aos distribuidores, onde a fabricação é finalizada, para serem despachados para o cliente.

A partir da identificação destes quatro tipos de *postponement*, Zinn (1990) identifica qual o tipo de indústria se adapta melhor a cada um deles e apresenta os impactos nos custos que cada um podem gerar no processo (Quadros 3.1 e 3.2).

Quadro 3.1 - Tipos de *postponement* x Características e tipos de Indústrias.

TIPOS DE POSTPONEMENT	CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA	TIPO DE INDÚSTRIA
ROTULAGEM	Empresas que vendem produtos com várias marcas	De produtos embalados
	Empresas que vendem produtos com altos valores agregados	
	Empresas com altas flutuações de vendas	
EMPACOTAMENTO	Empresas que vendem produtos em diversos tamanhos de embalagens	De produtos embalados
	Empresas que vendem produtos com altos valores agregados	
	Empresas com altas flutuações de vendas	
MONTAGEM	Empresas que vendem produtos similares mas com diferentes modelos	De equipamentos
	Empresas que vendem produtos que proporcionam menores volumes se transportados desmontados	
	Empresas que vendem produtos com altos valores agregados	
	Empresas com altas flutuações de vendas	
FABRICAÇÃO OU MANUFATURA	Empresas que vendem produtos com grandes proporções de materiais ubíquos	De bebidas
	Empresas que vendem produtos com altos valores agregados	
	Empresas com altas flutuações de vendas	

Fonte: Zinn (1990)

Quadro 3.2 - Tipos de postponement x Características e Impactos no Custo.

TIPO DE POSTPONEMENT	CATEGORIA	IMPACTO NO CUSTO
ROTULAGEM	Estoque	Diminui
	Produção (Rotulagem)	Aumenta
EMPACOTAMENTO	Transporte	Diminui
	Estoque	Diminui
	Produção (Empacotamento)	Aumenta
MONTAGEM	Transporte	Diminui
	Estoque	Diminui
	Produção (Montagem)	Aumenta
	Vendas perdidas	Aumenta
FABRICAÇÃO OU MANUFATURA	Transporte	Diminui
	Estoque	Diminui
	Produção (Fabricação)	Aumenta
	Vendas perdidas	Aumenta

Fonte Zinn (1990)

Em relação à construção em aço e o Desenvolvimento de Produtos padronizados para o setor, nota-se que a aplicação da customização (*postponement*) a partir da montagem, apresenta-se como a mais viável. Esta estratégia possibilita o trabalho com padronização e modularização nas etapas de projeto e fabricação, adotando-se a Padronização Customizada indicada por Lampel e Mintzberg (1996) (figura 3.1) e conseqüentemente, o *Postponement* de Montagem indicado por Zinn (1990).

Conforme exposto anteriormente, nesta estratégia a montagem do produto é adiada até que a ordem de compra seja recebida, sendo um tipo de estratégia aplicado quando a base do produto é vendida em diferentes, mas similares, configurações que refletem as preferências dos clientes. A chance de aplicação do *Postponement* de Montagem é maior quando o volume do produto é significativamente reduzido se transportado desmontado (ZINN, 1990).

A partir do exposto, observa-se que a construção em aço apresenta diversos requisitos e ferramentas para a implantação dos conceitos da CM no

Desenvolvimento de Produtos, e que a aplicação deste tipo de estratégia pode ser um aliado para otimização dos processos construtivos. Portanto, propõe-se a adoção tanto dos conceitos da CM quanto de *Postponement* no desenvolvimento da metodologia e diretrizes de projeto a ser desenvolvido como produto final deste trabalho.

PROJETO DE EDIFICAÇÃO COMO PROJETO DE PRODUTO

4.1 – Considerações Iniciais

A partir da definição de Ulrich e Eppinger (2000), apresentada no Capítulo 2, e de outras encontradas na literatura (KOTLER, 1998; KOSKELA, 2000; WINCH, 2001), pode-se entender a realização de um empreendimento da construção civil como um Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), já que o mesmo engloba as atividades necessárias para conceber e projetar o produto (edificação), para projetar o sistema de produção (obra), lançar o produto no mercado e produzir um protótipo (a própria edificação). Os autores defendem que analisando-se o desenvolvimento dos processos de produção de uma edificação como um PDP tem-se como maior benefício a possibilidade de obter uma visão mais integrada do processo (LEITE; SCHRAMM; FORMOSO, 2005).

Na produção internacional de edificações em aço, além dos altos níveis de industrialização e racionalização da construção, observa-se a consolidada prática de desenvolvimento de projetos com o objetivo de serem ofertados no mercado como produtos. Isso ocorre a partir do desenvolvimento de sistemas construtivos e ou de fechamento e acabamentos, modulados e padronizados, que são desenvolvidos para utilização em determinados segmentos podendo ser aplicados com tipologias diferenciadas.

Tem-se como exemplo, além de diversos sistemas construtivos, os banheiros prontos e os projetos de edificações residenciais que são ofertados em catálogos em países como Japão, Estados Unidos e Austrália onde, apesar da padronização dos componentes construtivos, tem-se a possibilidade de desenvolvimento de projetos diferentes para cada demanda. Nos próximos capítulos serão apresentados alguns exemplos de empresas que fornecem este tipo de produto

que apesar de ser padronizado, pode ser customizado de acordo com as necessidades do consumidor como Sears, Rocio Romero, Toyota Home, Quick House, entre outras (SEARS, 2011), (ROMERO, 2011), (HOME, 2012), (QUICK HOUSE, 2011).

Este conceito de comercialização da produção da Construção Civil como produto, ainda é pouco difundido na produção nacional, embora existam algumas iniciativas como a comercialização de kits estruturais para casas populares, que apresenta bem sucedidas inserções no mercado. Empresas como USIMINAS, Cosipa, Gerdau e CSN disponibilizam o sistema estrutural em aço que aceita diferentes tipos de fechamento e pode ser ampliado ou executado em módulos gerando diferentes tipologias. Em alguns casos já houve a utilização deste mesmo produto para outras aplicações, como postos de saúde (CSN) e creches (USIMINAS), devido à facilidade de implantação dos mesmos (HENRIQUES, 2005).

O sucesso deste tipo de produto, assim como a racionalização e produtividade de sua execução, estão diretamente relacionados à utilização de elementos construtivos padronizados, sistemas complementares industrializados e à modulação existente entre todos os elementos. Todas estas questões são provenientes de decisões tomadas nas fases de concepção de projeto e detalhamento do mesmo, e se tornam mais efetivas quando adotadas a partir da aplicação dos conceitos da Coordenação Modular.

Alguns países industrializados da Europa e da América do Norte, adotaram efetivamente a Coordenação Modular nas décadas de 50 e 60. A evolução da Coordenação Modular nesses países ocorre de forma identificada por Greven e Baudauf (2007) como conectividade. A partir da utilização de recursos de informatização juntamente com os equipamentos industriais informatizados. Isso permite a produção de componentes dimensionados de acordo com as

necessidades de cada projeto e/ou cliente, desde que a conectividade entre eles esteja perfeitamente resolvida (GREVEN; BALDAUF, 2007).

O desenvolvimento do projeto da edificação e do processo construtivo baseado nestes conceitos torna-se um eficiente instrumento de otimização não só do processo, como do produto final da construção. Para Greven e Baldauf (2007) o desenvolvimento da conectividade entre os componentes construtivos deve adotar a Coordenação Modular como fundamento de todo o processo. Na Figura 4.1 mostra-se o paralelo apresentado pelos autores, entre os componentes construtivos de uma construção e um quebra-cabeças, no qual os componentes modulados são perfeitamente compatíveis entre si, possibilitando que a etapa de montagem (obra) seja totalmente previsível. Com a aplicação destes conceitos a identificação de qualquer tipo de falha no processo é facilitada, podendo-se localizar rapidamente a falha, o local onde a mesma ocorreu e o que a causou. Conseqüentemente, a resolução de problemas e o aprimoramento do processo ocorrem naturalmente a cada repetição do mesmo.

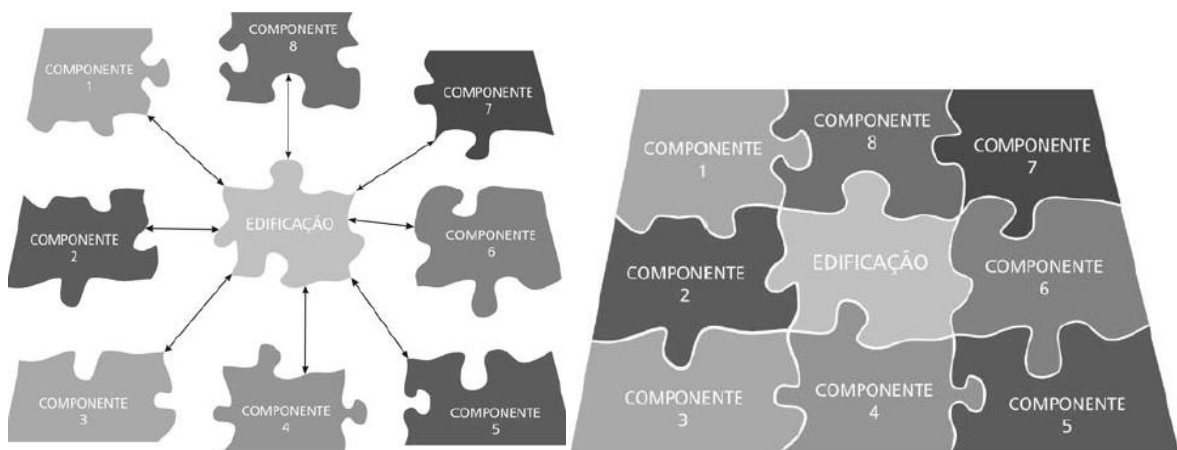


Figura 4.1 - Conectividade entre os componentes construtivos de uma edificação a partir da Coordenação Modular.

Fonte: GREVEN; BALDAUF, 2007

4.2 – A Edificação como Produto

Uma edificação é originalmente um "produto", projetado e executado de forma específica para um determinado cliente ou demanda. Tanto a edificação quanto o projeto e construção da mesma, fazem parte de um processo totalmente individualizado e customizado, que na maioria das vezes se inicia a partir da demanda de um cliente e é desenvolvido como um produto único, para atender especificamente a aquele consumidor. Muitas vezes, sobretudo no Brasil, este processo ocorre sem uma sequência de procedimentos bem definida, sem uma efetiva conexão entre as disciplinas envolvidas no processo e sem uma eficiente integração entre os materiais a serem utilizados e a forma de aplicação dos mesmos durante a execução da obra.

Parte significativa das edificações executadas é pensada como um "produto" único e específico para aquele cliente e determinado local, sem a possibilidade de repetição do mesmo. Muitos condicionantes do projeto de uma edificação levam a esta situação como: o escopo específico de cada cliente, as particularidades de cada terreno, orçamento, topografia, insolação, clima, características regionais e do entorno. Entretanto, contrariamente a isso, uma série de procedimentos de projeto e execução, componentes e sistemas construtivos de uma edificação se repetem inúmeras vezes, tanto na própria edificação, quanto em diversas outras, independente do escopo, dimensões, demanda do cliente ou local de execução.

Quando a edificação é efetivamente entendida e pensada como um produto, desde sua fase de concepção, escolha de materiais, compatibilidade entre estes, os processos construtivos e a execução da obra, pode-se tirar partido da repetição de procedimentos, componentes, sistemas e forma de execução para o aprimoramento do processo. Diversas indústrias como a automobilística, de aeronaves, navios e até mesmo de eletrodomésticos e produtos de informática, utilizam esta repetição de componentes e procedimentos que ocorre entre

produtos similares. Desta forma, consegue-se aprimorar os processos, aumentar a qualidade de execução do produto final e ainda assim diminuir custos e tempo de execução. Com isso obtêm um equilíbrio entre o gasto de recursos e a aquisição de benefícios.

No projeto e execução de edificações há muitos componentes e disciplinas segregados sem uma inteligência coletiva, devido à falta de comunicação, coordenação e relacionamento entre as disciplinas envolvidas no processo. Além disso, há uma segregação e inclusive falta de comunicação entre quem projeta e quem executa a obra. Esta característica dificulta o aprimoramento dos processos de projeto e execução, a identificação de componentes e procedimentos similares, o diagnóstico rápido e eficiente de falhas e por fim a retroalimentação do processo para ser aproveitada em projetos e execuções futuras.

Para Kieran e Timberlake (2003), a grande diferença entre a indústria da construção e diversas outras, principalmente as que trabalham com sistemas de produção em massa, é que a indústria da construção trabalha a partir da equivalência entre as relações: "Qualidade x Escopo" = "Custo x Tempo". Contrariamente, indústrias que adotam o sistema de produção em massa buscam por meio de diversos recursos, alcançar a relação: "Qualidade x Escopo" > "Custo x Tempo", o que cada vez mais, é uma demanda do mercado em todos os setores, incluindo-se o setor de construção.

4.3 – O Sistema de Produção em Massa

As indústrias que adotam o sistema de produção em massa, norteiam-se por modelos de produção que integram todos os atos do desenvolvimento de seus produtos, desde o projeto até a produção. Neste modelo, os departamentos envolvidos nas diversas etapas tornam-se membros de uma mesma equipe, trabalhando em conjunto, principalmente na solução de problemas e troca de

informações. Assim, possibilita-se uma maior disseminação de informações, desde as iniciais, no processo de concepção, de forma que as considerações de projeto atuem em um limite positivo, gerando soluções mais enxutas.

A partir do domínio de informações, torna-se possível a localização de qualquer componente, do início ao fim do processo de projeto, fabricação e montagem. Com isso, é possível acompanhar todas as etapas de execução e identificar imediatamente quando um componente for instalado imprópriamente, por exemplo. O desenvolvimento de tal rede de informações e ferramentas totalmente integradas, é uma das principais bases conceituais dos processos de projeto e produção da maioria das indústrias que adotam o sistema de produção em massa (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003).

Uma das consequências desta forma de direcionar o Desenvolvimento de Produto é a subdivisão do mesmo em módulos que se tornam unidades independentes durante a produção, até o momento em que são incorporadas ao produto na sua fase de montagem final. Com isso, cada um dos departamentos envolvidos (podendo ser inclusive indústrias parceiras), trabalha em um módulo de forma autônoma e independente. Porém, durante todo o processo há uma intensa comunicação e troca de informações entre todos os envolvidos, que atuam como uma grande equipe.

Desta forma, obtém-se maior controle do processo de projeto e os problemas podem ser separados em pequenas partes para serem solucionadas individualmente, em cada módulo, ou em conjunto. Este processo torna-se possível e facilitado, por meio da intensa utilização de ferramentas virtuais e interativas. Atualmente a grande maioria das indústrias que adota sistemas de produção em massa (sobretudo as de grande porte como automóveis, aeronaves, etc) utiliza em seus processos de concepção muito mais ferramentas virtuais do que físicas. Tais recursos são ferramentas de informação e simulação, adotadas

para solucionar problemas da forma mais ampla possível. Por meio da visualização imediata e da interação entre componentes que é realizada virtualmente, antes mesmo do primeiro protótipo físico ser desenvolvido (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003).

As ferramentas de modelagem e/ou representação tridimensional são fundamentais para se conhecer todas as partes do produto e enxergar a interação e funcionamento entre elas antes da produção final. É possível conceber e desenvolver um produto por completo de forma virtual, realizar todas as simulações, testes, verificações de falhas e solução de problemas, antes de colocá-lo de fato na linha de produção. É o que acontece, por exemplo, com o projeto de aeronaves, por meio das ferramentas utilizadas, é possível inclusive simular um voo tridimensionalmente, verificando-se a performance final (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003).

A precisão alcançada por meio da utilização das ferramentas virtuais e tridimensionais é grande tanto em termos da performance final do produto, quanto em termos dimensionais. Isso permite uma diminuição de falhas de funcionamento do produto final e uma alta produtividade no processo de produção, já que os módulos produzidos se encaixam perfeitamente na montagem final. A produtividade também é otimizada, já que, ao contrário do sistema linear de produção, o sistema modular possibilita a produção simultânea de diversas partes do produto que serão apenas encaixadas na linha de montagem final.

Um exemplo bem sucedido de mudança de sistema de produção é o da Daimler/Chrysler. O processo de produção dos automóveis foi modificado por meio da divisão dos mesmos em módulos que são montados separadamente e têm suas próprias equipes de projeto, produção, linhas de montagem e de suprimentos. O carro só fica realmente pronto nos minutos finais da montagem.

Anteriormente, as linhas de montagem eram lineares e contínuas, funcionando a partir da adição de partes sequencialmente do início ao fim do processo.

No novo sistema adotado pela Daimler/Chrysler, cada módulo vem para a planta principal completo e pronto para ser adicionado ao veículo rapidamente. Os vários módulos são produzidos simultaneamente, reduzindo drasticamente o tempo de produção do carro. Com o controle de qualidade introduzido a nível de cada módulo, a qualidade dos mesmos é aprimorada e o tempo e custo total do trabalho necessário para instalá-los na montagem final é drasticamente reduzido (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003).

Entende-se que a escala de produção de automóveis e outros produtos industrializados não pode ser comparada, quantitativamente, com a produção de edificações. Entretanto, pode-se adotar certos procedimentos e processos utilizados por estas indústrias a fim de otimizar os processos de projeto e sobretudo de execução de edificações. Adota-se esta linha de pensamento neste trabalho, considerando-se a produção seriada de uma série de componentes, entre eles peças estruturais, de fechamento, sistemas construtivos e módulos prontos, para edificações em aço. Tais componentes podem ser produzidos de forma padronizada e utilizados em projetos distintos que serão customizados de acordo com as demandas específicas de cada cliente e/ou edificação.

4.3.1 – O Sistema de Produção das Edificações

Como citado anteriormente, os processos de concepção de um edifício, gerenciamento do projeto e execução da obra no Brasil, ainda ocorrem em sua maioria, adotando métodos construtivos convencionais. Os níveis de industrialização de processos e sistemas na construção civil ainda são baixos e em sua maioria aplicam-se a obras de grande porte.

A concepção da edificação foi segregada, já que inicialmente as figuras do arquiteto, engenheiro e construtor se concentravam em uma única pessoa. Porém, se por um lado esta mudança trouxe grandes avanços, já que houve uma maior especificação dos profissionais envolvidos em cada disciplina. Por outro lado, perdeu-se no momento em que houve uma completa segregação entre estes profissionais que na maioria dos casos trabalham de forma independente, sem troca de informações e comunicação. Além do que, dificilmente trabalham simultaneamente, o que gera retrabalho, atraso no processo e problemas de compatibilização e patologias não só na execução da obra como na edificação já concluída.

Os processos foram aprimorados com o desenvolvimento de técnicas e ferramentas de representação, no que diz respeito à concepção do projeto e de maquinário; além de técnicas construtivas e novos materiais, no que se refere à execução da obra. Entretanto, a forma de adotá-los, de pensar o projeto e executar a edificação não sofreu avanços tão significativos, quando se compara com os processos de produção de outros produtos industrializados, conforme exposto anteriormente.

Na segunda metade do século XIX, houve uma explosão no desenvolvimento de novos materiais que se tornou um importante agente de mudanças na arquitetura e construção. Os materiais desenvolvidos durante este período quase sempre requeriam transformações consideráveis no processo, como por exemplo, o aço e o concreto reforçado (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003). As ferramentas de projeto facilitam cada vez mais o processo de projeto e possibilitam simulações da edificação e modelagens tridimensionais. Desta forma pode-se até mesmo verificar encaixes e funcionamento de componentes. Entretanto, as tolerâncias dimensionais da indústria da construção ainda deixam margens para o surgimento de erros e retrabalhos, principalmente nos casos com menor índice de industrialização empregado.

Uma das grandes diferenças entre a indústria da construção e as indústrias que adotam sistemas de produção em massa com altos níveis de industrialização e informatização nos processos, é justamente a forma em que estas exploram os recursos que têm à disposição. As ferramentas de modelagem e simulações virtuais são grandes aliados para o processo produtivo, não só no aprimoramento das etapas de concepção, como possibilitando mudanças e produtividade na execução. Enquanto os edifícios são representados de forma bidimensional na maior parte de desenvolvimento do projeto, automóveis e aviões, por exemplo, são modelados tridimensionalmente.

As ferramentas de modelagem tridimensionais podem ser muito úteis no processo quando utilizadas corretamente, pois vão muito além de simples técnicas de representação e recursos de incremento de vendas. São importantes ferramentas de testes, simulações e aprimoramento não só do produto como do processo como um todo. Os sistemas de produção em módulos utilizados em diversas indústrias, por exemplo, são extremamente facilitados e otimizados com o uso de tais ferramentas. Os departamentos responsáveis pelos diversos módulos trabalham trocando informações durante todo o processo e utilizando as mesmas ferramentas de modelagem e simulação. Com isso é possível desenvolver e testar cada módulo separadamente e simultaneamente desenvolver, testar e simular as interfaces e encaixes entre estes. Desta forma é possível corrigir possíveis incompatibilidades que iriam ocorrer na montagem final, já na fase de projeto (figura 4.2).

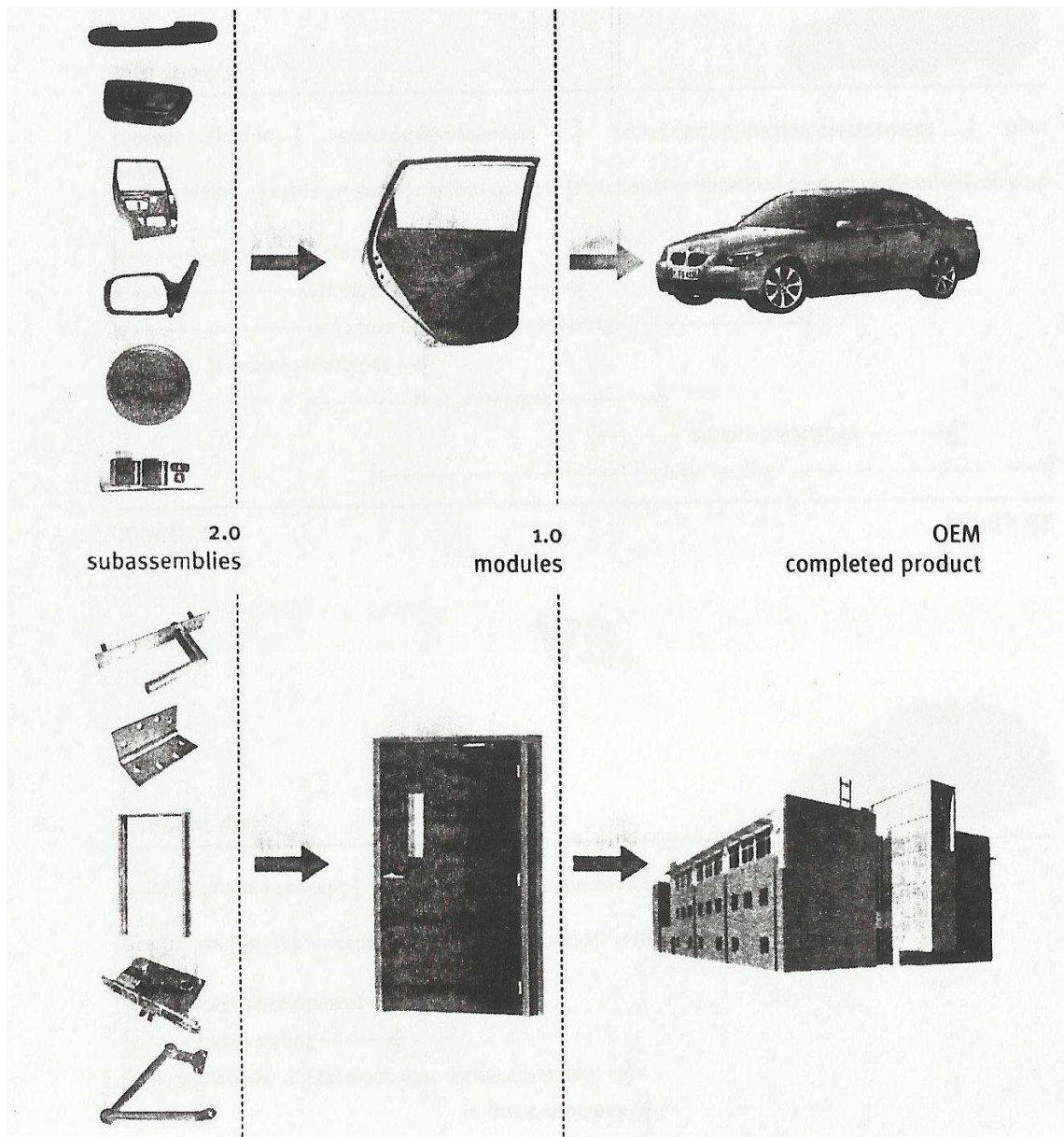


Figura 4.2 - Comparativo entre a evolução do processo de produção das indústrias da construção e automobilística.

Fonte: KIERAN; TIMBERLAKE, 2003

O sistema de produção em módulos é utilizado em diversas indústrias que adotam o sistema de produção em massa, independente do porte dos produtos finais,

sendo adotado tanto nas indústrias de automóveis e aviões, como por exemplo nas indústrias de eletrodomésticos e informática. Este sistema é igualmente vantajoso para a indústria da construção civil e já vem sendo utilizado há algum tempo nas construções industrializadas. A adoção deste sistema está diretamente relacionada com uma concepção diferenciada dos processos de projeto e construção, pois torna a construção menos linear e possibilita maior produtividade e qualidade. Além do que, os módulos podem ser adotados em uma mesma edificação, ou serem sub-produtos que podem ser utilizados em diversas edificações, independente das dimensões ou tipos de uso (figura 4.3).

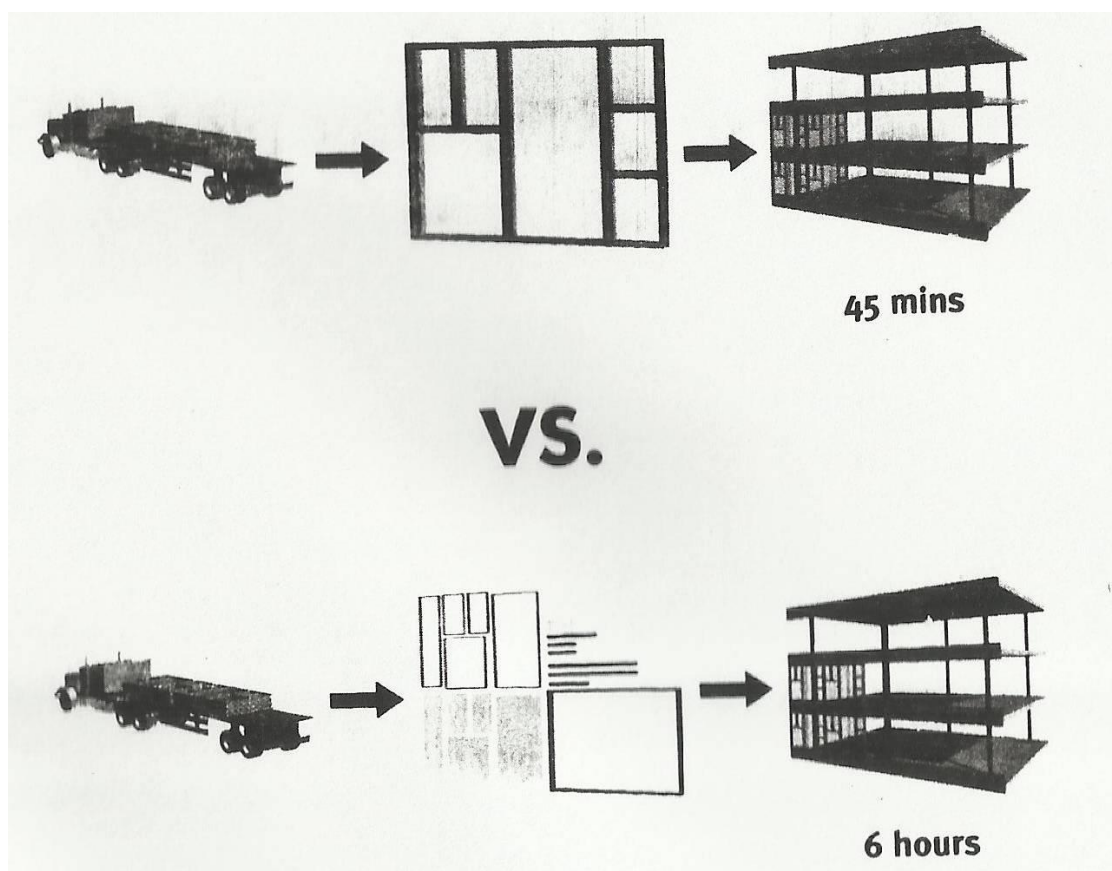


Figura 4.3 - Aceleração do processo construtivo através da adoção do sistema de módulos em substituição ao sistema construtivo linear.

Fonte: KIERAN; TIMBERLAKE, 2003

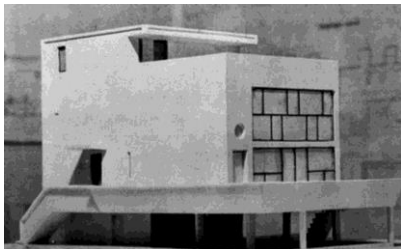
Os novos processos otimizam as etapas de projeto e construção, proporcionando: mais controle, alta qualidade e aprimoramento das características inerentes aos módulos ou sistemas construtivos. Pode-se produzir edificações como Henry Ford fabricava carros na virada do século XX, usando apenas um tipo de estrutura, um tipo de janela, um tipo de acabamento interno ou revestimento externo, ou pode-se produzi-las como Michael Dell monta computadores desde o início do século XXI deixando os consumidores adquiri-los à sua forma (customizados) e produzindo-os rápido, melhor e mais barato (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003).

Evidentemente, o aprimoramento destes processos se dá de forma diferenciada dependendo do que está sendo desenvolvido, do porte da edificação em questão e do nível de industrialização empregado. Entretanto, mesmo quando se considera países de ponta na construção industrializada como Estados Unidos, Japão e países Europeus, pode-se considerar que a incorporação dos avanços tecnológicos não foi acompanhada pelo aprimoramento dos processos na indústria da construção, se comparada a outras indústrias (KIERAN; TIMBERLAKE, 2003). Usa-se como parâmetro neste trabalho, o panorama atual da indústria da construção nacional, sobretudo a semi-industrializada e industrializada, observando a forma em que a evolução de processos, ferramentas e técnicas de execução vem sendo incorporada por este setor.

Em projetos de grande porte no Brasil, observa-se o início da consolidação da utilização de materiais e sistemas industrializados e a adoção de equipes multidisciplinares de projeto, nos moldes do que ocorre em países mais desenvolvidos. Entretanto, nota-se que a cultura do projetar e construir de forma linear ainda é muito forte nos profissionais e até mesmo empresas envolvidas no processo. Com isso, muitas vezes materiais e/ou sistemas industrializados, são utilizados juntamente com outros convencionais. Em outras situações, mantém-se a forma de pensar, projetar e executar a edificação utilizada em obras convencionais, para as obras industrializadas ou semi-industrializadas.

4.4 - Casas Pré-Fabricadas - Um Produto da Construção Civil

Desde a revolução industrial no século XX, os arquitetos vêm se espelhando nos sistemas de produção em massa e buscando alternativas de aplicação destes conceitos na arquitetura, sobretudo na construção das edificações. Grandes nomes da história da arquitetura buscaram soluções para atingir a produção em massa, adotando como foco os projetos residenciais: Le Corbusier, com a *Maison Dom-ino* e suas derivações; Buckminster Fuller com a *Dymaxion Dwelling Machine*; Walter Gropius e Konrad Wachsmann com a *Packaged House*, entre outros, (figura 4.4), (HOGGE, 2010). Le Corbusier visualizou uma grande promessa na produção de arquitetura com sistemas automatizados, particularmente no caso de residências, o que ofereceria um direcionamento para preencher as lacunas de programas sociais. Para ele, a busca da racionalização com a padronização de componentes era um conceito muito mais filosófico e artístico do que prático (DAVIES, 2005).



(a)



(b)



(c)

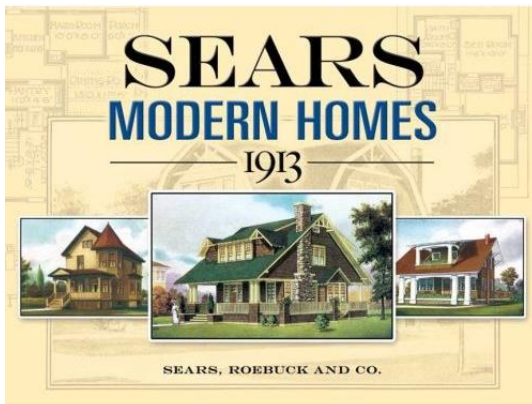
Figura 4.4 - (a) Domino House, Le Corbusier, 1910; (b) Dymaxion Dwelling Machine, Buckminster Fuller, 1930. Fonte: KIERAN; TIMBERLAKE, 2003; (c) Packaged House, Walter Gropius e Konrad Wachsmann, 1960.

Fonte: HOUSING CONSTRUCTION METHODS, MATERIALS AND FEATURES, 2010

A proposta de comercializar casas como produtos prontos para serem escolhidos e adquiridos, tem suas primeiras versões no início do século XX. Já na primeira

década deste século, a rede de lojas de departamentos Americana, Sears Roebuck e Co, apresentou a proposta de comercialização de kits prontos para construção de casas. Os kits que eram oferecidos em diversas opções de tamanhos e tipologias e poderiam ser customizados, de acordo com a necessidade do consumidor.

Durante o período de 1908 a 1940, a empresa desenvolveu 447 projetos de kits diferentes e estima ter comercializado mais de 75 mil casas pré-fabricadas. Os projetos eram bastante diversificados em relação à planta, apresentando diferentes números de quartos, opções térreas ou de dois pavimentos e com diferentes padrões estéticos e de acabamentos e eram vendidos em catálogos que mostravam as opções de planta e de customização para serem escolhidas, conforme mostra-se na figura 4.5. Desta forma atingiam desde o público de trabalhadores de classe média, a famílias ricas que buscavam opções de casas de férias, a baixo custo e com rápida execução (SEARS, 2011).



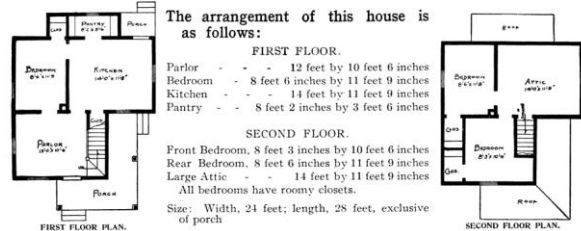
(a)



MODERN HOME No. 115

With Wood Foundation, Not Excavated.

On the opposite page we illustrate a few of the materials we specify on this, our \$725.00 house.



(b)

Figura 4.5 - (a) Capa de catálogo de casas da Sears Roebuck and Co, 1913. Fonte: www.amazon.com/Sears-Modern-Homes-1913 -Roebuck

(b) Casa modelo 115, com duas opções de plantas, conforme apresentado nos catálogos, 1908.

Fonte: SEARS, 2011

Com a Segunda Guerra Mundial, as casas pré-fabricadas mostraram-se como uma solução para a falta de habitações tanto nos Estados Unidos, quanto em alguns países da Europa, Inglaterra por exemplo, atendendo aos soldados que voltavam da guerra e necessitavam reiniciar suas vidas com pouco investimento. Os antigos sítios atingidos por bombas tornaram-se canteiros de obras para casas pré-fabricadas. Pequenos grupos de chalés com estrutura em madeira, tetos planos, um único andar e dois quartos, substituíram as tradicionais casas de tijolo e edifícios que haviam sido destruídos durante a guerra. Inicialmente imaginou-se que a vida útil destas casas seria curta, entretanto, sessenta e dois anos depois, o governo do Reino Unido designou 21 casas pré-fabricadas em Excalibur como sendo de importância histórica. Algumas ainda eram ocupadas por seus primeiros proprietários (CASA PRÉ-FABRICADA, 2011).



Figura 4.6 - *Moto home*, pré-fabricada nos Estados Unidos, 1945.

Fonte: DAVIES, 2005

Um modelo amplamente comercializado nos Estados Unidos foi o da "*moto home*", que era praticamente toda construída em fábricas e transportada em uma ou duas peças para o seu destino final e tornou-se o modelo dominante das casas pré-fabricadas vendidas a partir de 1945 (Figura 4.6). O preço de compra acessível destas casas tornava-as particularmente atraentes aos muitos veteranos que regressavam da Segunda Guerra Mundial (DAVIES, 2005).

Para Coelho (2003) o desenvolvimento das *moto homes* possibilitou ampla liberdade ao usuário e a sua comercialização teve grande impulso nos EUA, nos anos 60 e 70. Disseminando novos conceitos e parâmetros de moradia e de construção pré-fabricada. O autor apresenta a evolução do processo de industrialização desde a produção de uma simples cabana de madeira roliça até uma *moto home*, que era montada sobre uma estrutura com rodas e facilmente deslocada de um local para outro, como apresentado na figura 4.7.





TIPO DE CASA	TRABALHO FORA DA OBRA	TRABALHO NA OBRA
<p>CABANA</p> 		<ul style="list-style-type: none"> -Cortar árvores -Conformar e preparar os troncos -Desbastar pranchas para tetos, pisos e móveis
<p>PRIMEIRAS ESTRUTURAS "BALLOON"</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Serrar a madeira -Produção de ferragens e pintura -Móveis industrializados 	<ul style="list-style-type: none"> -Corte e preparação da madeira para estrutura, etc. -Execução de janelas, portas, escadas, carpintaria -Revestimentos (reboco) -Pintura e acabamentos
<p>ESTRUTURA CONVENCIONAL DE MADEIRA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Serrar a madeira -Produção de ferragens e pintura -Móveis, marcenaria, janelas, portas, placas para divisórias 	<ul style="list-style-type: none"> -Corte e preparação da madeira para estrutura e fechamentos -Instalação dos elementos pré-fabricados -Pintura e acabamento
<p>CASA POR COMPONENTES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Projeto e fabricação de um grupo de componentes de construção coordenados, para estrutura, fechamentos, unidades de instalações, janelas, portas, divisórias internas, e unidades de armazenamento 	<ul style="list-style-type: none"> -Montagem dos componentes pré-fabricados
<p>"MOTO-HOME" E CASA POR SEÇÕES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Produção completa de uma casa pré-fabricada com todos os acabamentos e complementos 	

Figura 4.7 – Evolução de produção industrial de casas.

Fonte: COELHO, 2003

"No período pós 2º Guerra Mundial, principalmente na Europa, foi onde iniciou, verdadeiramente a história da pré-fabricação como "manifestação mais significativa da industrialização na construção". Sendo que a utilização intensiva do pré-fabricado em concreto deu-se em função da necessidade de se construir em grande escala". (CAIADO, 2005 apud ORDENÉZ, 1974).

Após este período, a demanda por casas pré-fabricadas diminuiu e este conceito foi amplamente relacionado a casas de baixo padrão e como opção viável unicamente para construção de grandes conjuntos habitacionais de baixo custo, sofrendo desta forma, um preconceito por parte dos consumidores. Entretanto, os conceitos de pré-fabricação e padronização de elementos não necessariamente estão atrelados ao desenvolvimento de edificações exatamente iguais e muito menos a um baixo padrão estético ou de qualidade das mesmas.

Tomando-se como exemplo outros setores da indústria, encontram-se produtos produzidos em massa a partir de elementos padronizados e modulados. Estes produtos podem ser personalizados em um certo grau e têm alto padrão de acabamento e excelente performance. É o caso, dos computadores Dell ou do carro Mini Cooper, da BMW (figuras 4.8 e 4.9). Tais produtos mantêm as características da produção em série, entretanto, podem ser configurados de acordo com as necessidades e desejos do consumidor, tornando-se assim, não só mais um produto a ser consumido mais, em muitos casos, um objeto de desejo, devido ao seu alto grau de customização.



(a)

(b)

(c)

Figura 4.8 - Versões do Mini Cooper. (a) Mini Cabrio; (b) Mini Coupé; (c) Mini Countryman.

Fonte: MINI, 2011



(a)

(b)

(c)

Figura 4.9 - (a); (b); (c) Versões de acabamento interno do Mini Cooper.

Fonte: MINI, 2011

Atualmente a demanda por casas pré-fabricadas não é tão grande. Entretanto, muitas empresas oferecem opções diferenciadas de projetos modulados e pré-fabricados, que podem atender a públicos distintos, em relação ao custo, opções de planta, acabamentos e estilos arquitetônicos. Assim como as demais indústrias, a indústria da construção busca cada vez mais agregar diferenciais e tecnologias em seus produtos, na busca de maior racionalização e produtividade.

Pode-se citar como um exemplo, a empresa Americana Rocio Romero, que a exemplo do que a Sears Roebuck e Co fazia já no início do século passado, oferece diversas opções de casas moduladas e pré-fabricadas. A empresa possibilita a escolha do modelo de acordo com as necessidades do consumidor.



(a)



(b)

Figura 4.10 - Casas modulares pré-fabricadas da empresa Rocio Romero. (a) e (b) Vista externa e planta de um modelo padrão. (c) Vista Externa do mesmo modelo, porém com dois pavimentos e acabamentos customizados.

Fonte: ROMERO, 2011.



(c)

Figura 4.10 - Casas modulares pré-fabricadas da empresa Rocio Romero. (a) e (b) Vista externa e planta de um modelo padrão. (c) Vista Externa do mesmo modelo, porém com dois pavimentos e acabamentos customizados.

Fonte: ROMERO, 2011.

Desta vez em um catálogo digital, à disposição na página da empresa na internet, as diversas opções de plantas são moduladas e oferecem a opção de certa customização. Pode-se escolher e/ou modificar acabamentos, número de pavimentos e ambientes de um mesmo modelo e prever futuras ampliações, quando necessário (figura 4.10). São oferecidos também pequenos módulos para serem utilizados como anexos, edículas para hóspedes e módulos de garagens com diferentes tamanhos (ROMERO, 2011).

O setor residencial unifamiliar é o que mais oferece opções de soluções prontas ou modulares no mercado da construção civil. Em muitos casos, a própria empresa que desenvolve produtos residenciais, oferece soluções para outros tipos de aplicação, aproveitando o mesmo sistema construtivo e modulação adotados nos kits residenciais. No Brasil este tipo de solução ainda é muito direcionada ao setor habitacional de baixo custo, onde tem-se a oferta de kits metálicos para

casas populares e o setor de casas pré-fabricadas de madeira (HENRIQUES, 2005).

A partir das experiências, tecnologias e soluções existentes para projetos e obras residenciais, em diversos sistemas construtivos, tem-se uma amostra da efetiva possibilidade de sucesso no desenvolvimento de projetos de edificações baseados no conceito de desenvolvimento de produto. Entende-se que certas tipologias construtivas onde ocorra uma repetição de unidades iguais, ou semelhantes, pode-se alcançar maior produtividade com este tipo de solução. É o caso de redes de empresas, escolas, hospitais, hotéis, entre outros. Outro fator importante é a adoção de um sistema construtivo industrializado, que possibilite a implantação de componentes também industrializados, possibilitando que no canteiro de obras as operações sejam muito mais de montagem do que de execução. Assim, obtém-se maior racionalização e qualidade no produto final.

A CONTRUÇÃO METÁLICA E A PRODUÇÃO EM SÉRIE DE EDIFICAÇÕES

5.1 – A Construção em Aço no Brasil

A produção e consumo de aço no Brasil, vem se estabelecendo e crescendo a cada ano, sobretudo nas últimas décadas, criando um cenário promissor e de grandes expectativas para todos os segmentos do mercado do aço no país. Entretanto, enquanto em 2010 o consumo per capita anual de aço no Brasil foi de 129,30 kg/hab/ano, em países desenvolvidos este índice ficou acima de 300,00 kg/hab/ano e na China, por exemplo foi de 405,20 kg/hab/ano. Apesar do Brasil ser o 9º produtor mundial de aço e 1º no ranking da América Latina, seu potencial de consumo do material ainda encontra-se defasado diante do quadro mundial (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2011).

Segundo dados do Instituto Aço Brasil, o setor da Construção Civil é responsável por 33% do consumo de aço no Brasil. Das edificações construídas no país no ano de 2009, apenas 12% usaram estrutura de aço; enquanto nos Estados Unidos o percentual foi de 50% e na Inglaterra 70%. Além dos índices de utilização do material no setor serem baixos, é na Construção Civil que a aplicação do mesmo se dá com menor índice de industrialização, se comparado com outros setores como a indústria automobilística e de aviação. Os baixos índices de racionalização e industrialização na construção provêm de uma cultura onde os processos de produção empregam pouca inovação tecnológica e qualificação de mão-de-obra (HENRIQUES, 2005).

Pode-se afirmar que há uma legítima necessidade e abertura para o crescimento da construção metálica no Brasil, frente ao pequeno percentual da participação do setor no consumo da produção total de aço no país. Além disso, verifica-se a necessidade de implementação de inovações tecnológicas, visando otimizar a

produtividade e racionalização, em busca de maiores índices de qualidade do produto final tornando-o mais competitivo.

Comparando-se com os processos construtivos internacionais, a Construção Civil no Brasil, apresenta deficiências em todas as etapas: projeto, gestão e produção. Porém, nota-se um acelerado processo de mudanças e aperfeiçoamentos em todos estes processos, sobretudo nas duas últimas décadas. Em relação à produção, a inserção de equipamentos de ponta nos canteiros de obra e investimentos em qualificação de mão-de-obra contribuem para a implementação dos avanços que também são percebidos nos processos de projeto e gestão do mesmo. O desenvolvimento e aperfeiçoamento simultâneo de todas as etapas é fundamental para o crescimento da cadeia produtiva da construção, possibilitando o aumento de racionalização, qualidade e produtividade com consequente redução de desperdícios, patologias, custos e prazos.

O processo de projeto é determinante para o direcionamento e eficiência das etapas subseqüentes da Construção Civil, sendo uma das etapas que vem sofrendo grandes mudanças e investimentos em pesquisa e aperfeiçoamento. Busca-se maior qualidade e eficiência no produto final, a fim de torná-lo mais competitivo dentro do processo de globalização mundial. Nos países com maiores índices de industrialização, os processos de concepção inicial e projeto recebem grandes investimentos em pesquisas, aperfeiçoamento e tempo de desenvolvimento. Tais investimentos buscam a racionalização da cadeia de produção e a otimização do produto final na Construção Civil.

Em relação ao panorama internacional, o mercado brasileiro apresenta-se com grande atraso no que diz respeito ao desenvolvimento e implantação de soluções moduladas e padronizadas que possibilitem a utilização em diferentes tipologias e situações. A oferta deste tipo de “produto” pode ser um grande aliado para facilitar soluções variadas, a partir da padronização e repetição de determinados

elementos, diminuindo prazos e custos e aumentando a racionalização dos processos que envolvem a construção e a otimização da mesma.

A utilização de elementos padronizados e/ou repetitivos é um recurso adotado não com a intenção de padronizar tipologias. Contrariamente, estes elementos padronizados devem ser utilizados como facilitadores de soluções construtivas e otimização de processos, sobretudo na execução da obra, redução de custos, prazos e aumento de produtividade. A padronização e/ou repetição destes elementos deve proporcionar o máximo de flexibilidade na concepção e desenvolvimento dos projetos arquitetônico, estrutural e dos sistemas construtivos a serem adotados. Além disso, deve-se possibilitar que, em um mesmo projeto, exista flexibilidade para variações de materiais de fechamento, acabamentos e soluções diferenciadas de ventilação e iluminação, permitindo a implantação de uma mesma solução em sítios com diferentes climas, topografias e culturas.

Esta flexibilidade é fundamental, sobretudo em países com grandes variações climáticas como o Brasil. Desta forma, possibilita-se que em vários segmentos da construção como escolas, universidades, hospitais, hotéis ou empresas com unidades em vários estados, possam desenvolver soluções padronizadas. Assim, obtém-se a otimização de implantação e caracterização da marca do empreendimento, aliadas à adaptação climática e cultural de cada região onde serão construídas.

A utilização do aço como sistema estrutural para este tipo de projeto, mostra-se como solução viável por ser o material que melhor se adapta à construção industrializada e por ter sua produtividade altamente otimizada por meio da utilização de elementos padronizados. A estrutura é produzida em fábrica e facilita as etapas de transporte e montagem, além de ser a melhor opção nos casos de canteiros de obra reduzidos. No caso de se produzir mais de uma edificação para um mesmo cliente, obtém-se um aumento de produtividade e redução de prazos e

custos proporcional ao número de unidades a serem construídas. Nestes casos, torna-se possível o deslocamento de uma mesma equipe de mão-de-obra para racionalizar ainda mais os processos construtivos de cada uma das unidades.

A utilização da estrutura em aço associada a sistemas construtivos completos e/ou módulos prontos de unidades da edificação (como banheiros prontos, por exemplo), mostra-se como uma solução de grande potencial de racionalização e produtividade. A flexibilidade de tal sistema estrutural permite, para um mesmo projeto, a utilização de sistemas construtivos e materiais diferenciados. Desta forma, no caso de se trabalhar com projetos padronizados a serem implantados em diferentes locais, pode-se variar os sistemas construtivos a serem adotados, inserir ou não módulos prontos e trabalhar com soluções variadas de acordo com as tecnologias e o nível de mão-de-obra encontrados em cada região.

Para Fialho (2004), o aço permite a adoção de sistemas estruturais variados, propiciando soluções viáveis, de linguagem plástica formal rica e variada. Tal variedade de soluções, facilita sua adequação as diversas situações impostas pelas exigências locais dos espaços urbanos de implantação das edificações. Permite a utilização de sistemas construtivos industrializados e viabiliza processos de menor impacto sobre o local, trazendo assim possibilidades diversas de soluções viáveis técnica e economicamente.

Além das características expostas anteriormente, a utilização do aço como opção de projeto, apresenta outras vantagens intrínsecas, conforme relata Bauermann, (2002):

1. A estrutura é obtida por processo de produção industrializado que permite um elevado controle tecnológico;
2. A possibilidade de fabricação da estrutura durante a execução das fundações e de sua simples montagem em canteiro agiliza o processo

de execução do edifício, resultando em custos menores para o capital investido e no rendimento antecipado deste capital;

3. A elevada resistência mecânica do material permite a obtenção de elementos muito esbeltos, que resultam em peças de seções menores e mais leves, em relação a outros sistemas que utilizam o concreto como material estrutural: seções de colunas menores ampliam a área útil dos ambientes; a relação entre a altura da viga e comprimento do vão a ser vencido (estimado em 1/20 para vigas simples e de 1/25 para vigas mistas) possibilita a redução do pé-direito livre dos edifícios ou o melhor aproveitamento do mesmo; já o menor peso total da estrutura resulta em carregamentos menores para as fundações;
4. Sendo um sistema industrializado, permite a redução do ruído; sendo tecnologia limpa, permite a eliminação de desperdício de material durante a execução; além disso, favorece o planejamento logístico da obra por dispensar o uso de áreas para o estoque de material e promover a limpeza do canteiro.

5.2 - Construção Industrializada

“O conceito de produção em série é utilizado para descrever o método pelo qual se fabricam grandes quantidades de um produto padronizado. A produção em série não é simplesmente produção em quantidade..., nem produção mecânica.

A produção em série é a aplicação de princípios de POTÊNCIA, PRECISÃO, ECONOMIA, MÉTODO, CONTINUIDADE e VELOCIDADE a um processo de fabricação.” (BENDER, 1976)

A industrialização está relacionada aos conceitos de organização, repetição e padronização do produto e mecanização de seus respectivos meios de produção (BRUNA, 1979).

Para Girmscheid e Scheublin (2010) o conceito de industrialização passa por várias interpretações, entretanto, existem certos aspectos que devem estar sempre relacionados ao mesmo, independente do segmento em que se aplica:

- Utilização de força e equipamentos mecânicos;
- Utilização de sistemas de controle e ferramentas informatizados;
- Produção em processo contínuo;
- Aprimoramento contínuo de eficiência;
- Padronização de produtos;
- Pré-fabricação;
- Racionalização;
- Modularização.

Sobre os impactos da industrialização na construção, estes autores relatam que ocorre uma mudança de pensamento e práticas de trabalho que geram uma maior racionalização dos processos de trabalho, na busca de alcançar diminuição de custos aliada a um aumento de produtividade e qualidade. Com isso, obtém-se o aprimoramento da produção, aumento de qualidade e possibilidade de customização de edificações por meio de um processo integrado (GIRMSCHEID; SCHEUBLIN, 2010).

Para Sabbatini (1989), a "Construção Industrializada" norteia-se pelo uso intensivo de elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro de obras, vinculados a fatores de organização, desempenho e incremento da produtividade. Segundo Crasto (2005), a indústria da construção divide-se em duas partes: a da edificação propriamente dita e a de materiais de construção que é subsidiária da

primeira. A busca da racionalização objetiva integrar estas duas indústrias por meio de princípios comuns que estabeleçam uma disciplina conceitual que permita transformar os materiais de construção em componentes construtivos de catálogo. Para viabilizar esta integração, faz-se necessária a adoção do sistema de coordenação modular como base para a normatização dos componentes construtivos.

As decisões tomadas na concepção do projeto direcionam e otimizam o grau de industrialização, a partir da definição de todos os componentes que contribuem para a efetiva racionalização da construção. A partir das definições do sistema construtivo a ser adotado, do perfil de componentes construtivos, sequência de montagem, adoção de componentes prontos e do desenvolvimento de interfaces construtivas, pode-se alcançar altos níveis de produtividade para a construção.

Assim, o ponto de partida para tal processo é o projeto arquitetônico. As tomadas de decisões nesta fase representam mais de 70% dos custos finais da construção (CAMBIAGHI, 1997), esta fase pode ser responsável em média por 40% a 45% das "falhas de serviços" ocorridas na execução (MESEGUER, 1991). Conclui-se que a especificação de métodos apropriados desde a concepção do projeto, pautados no gerenciamento do processo de produção/construção, possibilita a industrialização da Construção Civil.

Na construção industrializada, assim como ocorre nos demais setores de produtos industrializados, é necessário que a utilização de componentes, módulos e sistemas substitua, cada vez em maiores proporções, a realização de procedimentos *in loco* no canteiro de obras. Desta forma possibilita-se a implantação de conceitos de montagem e até mesmo produção em série, em um setor que no Brasil ainda se baseia em procedimentos convencionais e com pouca tecnologia empregada.

Trata-se da chamada industrialização de ciclo aberto, onde os componentes são fabricados pela indústria e podem ser combinados entre si com grande flexibilidade gerando edifícios com tipologias diferenciadas. Desta forma consegue-se atingir com maior amplitude e racionalização as exigências funcionais e estéticas tanto dos profissionais envolvidos no processo quanto do mercado e consumidor final. Tal processo de industrialização que possibilita a construção de edifícios diferentes com a utilização de produtos, componentes e módulos industrializados, é também chamado de "Industrialização de Catálogo" (CRASTO, 2005).

Segundo Bender (1976), o edifício feito por componentes, tem duas fases básicas:

- Trabalho fora da obra: projeto e fabricação de um grupo de componentes de construção coordenados, para estrutura, fechamentos, unidades de instalações, janelas, portas, divisórias internas, e unidade de armazenamento.
- Trabalho na obra: restritamente a montagem dos componentes pré-fabricados.

Ainda segundo Bender (1976), na indústria da construção, a evolução dos processos pode ser dividida em dois grupos que se inter-relacionam:

1º grupo - Engloba o desenvolvimento de materiais e métodos, onde se dá:

- Introdução de novos processos de relacionamento entre a matéria-prima original e o edifício construído;
- Introdução de novos materiais de construção, ferramentas e produtos;
- Deslocamento de parte do processo de edificação do canteiro de obra para a fábrica;

- Introdução de sistemas construtivos, edifícios e componentes produzidos industrialmente;
- Utilização de métodos industriais na obtenção de produtos, componentes, equipamentos e unidades prontas de tamanho cada vez maior.

2º grupo - Inclui e reúne as mudanças que afetam a estrutura da indústria:

- A construção como operação de montagem. Observa-se que a introdução de técnicas de produção em massa e de elementos pré-fabricados elimina, ou reduz, os procedimentos artesanais e/ou convencionais na construção;
- O papel do fabricante evolui à medida que seu produto se relaciona mais especificamente com o edifício;
- Desenvolvem-se novos mercados, incluindo serviços e produtos destinados a novos clientes em um novo contexto;
- Torna-se mais importante o estabelecimento de um conjunto adequado de padrões à medida que evoluem os edifícios, os materiais e as entidades promotoras;
- Adota-se a pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos. A base da industrialização aberta está em padronizar e organizar o sistema de produção, e não o produto.

Desta forma, aproxima-se cada vez mais os procedimentos que envolvem a cadeia produtiva da Construção Civil aos procedimentos de linhas de montagem de produtos industrializados, buscando-se o aumento dos índices de produtividade e qualidade.

“Impossível esperar pela lenta colaboração dos sucessivos esforços do escavador, do pedreiro, do carpinteiro, do marceneiro, do colocador de ladrilhos, do encanador. As casas devem ser erguidas de uma só vez, feitas por máquinas em uma fábrica, montadas como Ford monta os carros, sobre esteiras rolantes” (LE CORBUSIER *apud* FARAH, 1996).

Com a implantação destes conceitos e a realização de uma construção efetivamente industrializada, pode-se alcançar a redução do custo da unidade construída; uma aproximação da produção em série; maior velocidade de construção; redução da movimentação no canteiro de obras; eliminação de etapas realizadas *in loco* e redução de tempo com execução de acabamentos, instalações e outros serviços que cada vez mais serão tirados do canteiro e executados em fábricas.

5.3 - Modulação, Padronização e Repetição de Elementos

Na história da arquitetura, o termo "módulo", do latim *módulus* - pequena medida - faz-se presente desde os primeiros registros de construções e projetos. Seja nas pirâmides do Egito, nos assentamentos Incas ou na arquitetura Grega e Romana, nota-se a utilização de relações numéricas como recurso para atingir uma harmonia estética e uma proporção ideal nas edificações.

"No início a utilização da modulação, além de facilitar processos construtivos, tinha como objetivo primordial a busca de proporções estéticas e visuais. Com a Revolução Industrial e o desenvolvimento das primeiras experiências de fabricação em massa de peças idênticas, a produção em série, o conceito de modulação passa a ter papel fundamental para o êxito de tais processos". (HENRIQUES, 2005)

A partir da Revolução Industrial a coordenação modular torna-se ferramenta indispensável para a concepção e desenvolvimento de todo e qualquer tipo de

componente ou produto a ser produzido em massa, inclusive os destinados a Construção Civil. Uma das grades aplicações deste conceito na construção, foram as edificações em ferro fundido que eram desenvolvidas e produzidas na Europa e exportadas para diversos países, inclusive o Brasil, onde as peças padronizadas eram montadas. Sem dúvida um dos maiores exemplares destas edificações é o Palácio de Cristal, criado a partir dos conceitos da produção em massa, alia os conceitos do Desenho Industrial à arquitetura (figura 5.1).

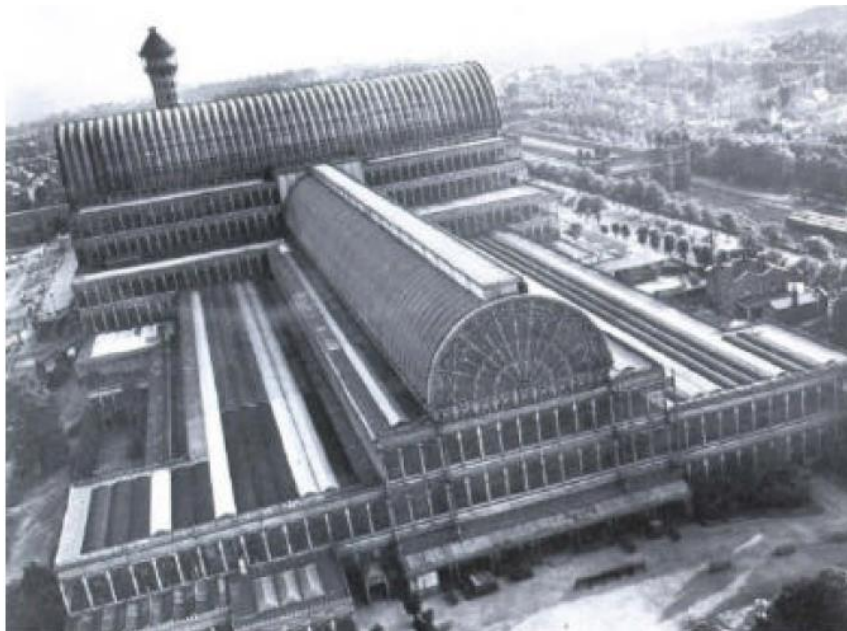


Figura 5.1 - Palácio de Cristal.

Fonte: Laboratório de Mecânica Computacional - Universidade de São Paulo.

No Brasil, um dos exemplares de importação deste tipo de edificações é a Estação Ferroviária de Bananal (SP), cuja estrutura e os painéis de fechamento chegaram ao país prontos e numerados para serem montados, como se observa na figura 5.2. A edificação foi executada com fechamento em painéis duplos de chapas de ferro estampadas que chegaram ao país numeradas para facilitar a logística de montagem, figura 5.3 (HENRIQUES, 2005).



Figura 5.2 – Estação Ferroviária de Bananal (SP).

Fonte: Henriques (2005)



Figura 5.3 – Numeração das chapas de fechamento da Estação Ferroviária de Bananal (SP). Fonte: Henriques (2005)

Com a aplicação da coordenação modular na construção civil, é possível gerar uma metodologia que promova a integração entre e os materiais, componentes e sistemas de uma edificação a partir de uma malha modular que permita a coordenação de todas as informações do projeto (CRASTO, 2005). O módulo básico desempenha três funções essenciais:

1. É o denominador comum de todas as medidas ordenadas;
2. É o incremento unitário de toda e qualquer dimensão modular a fim de que a soma ou a diferença de duas dimensões seja também modular;
3. É um fator numérico, expresso em unidades do sistema de medidas adotado ou a razão de uma progressão.

Nos demais setores industriais, como o automobilístico por exemplo, o que ocorre é que quando se desenvolve um sub-produto ou módulo a ser inserido em um automóvel, este é utilizado inúmeras vezes, durante toda a vida útil do ciclo de produção daquele modelo no qual foi inserido. Assim, todo o investimento feito nas fases de projeto, testes e desenvolvimento de protótipos nestas indústrias, conforme exposto no Capítulo 4, justifica-se e torna-se cada vez mais importante e aprimorado. Durante o ciclo de vida de produção de um determinado automóvel, os sub-produtos e módulos são aperfeiçoados e inclusive modificados ou substituídos em certas circunstâncias. Um mesmo modelo pode ser atualizado em versões subseqüentes e oferecer diversas opções de opcionais de forma a possibilitar a customização, de acordo com a necessidade ou desejo do consumidor. Entretanto, na grande maioria das vezes, a linha de montagem em fábrica e a grande maioria dos sub-produtos ou módulos utilizados naquele mesmo modelo de automóvel, se mantêm sem grandes alterações. Muitas vezes, inclusive, mais de um modelo utilização os mesmos sub-produtos e a mesma linha de montagem.

A introdução e desenvolvimento de soluções e produtos industrializados na construção civil, como produtos pré-moldados, módulos prontos, sistemas construtivos já desenvolvidos e oferecidos no mercado como sub-produtos construtivos, mostra-se como um início de implementação dos conceitos das indústrias de produção em massa na indústria da construção civil. Em países desenvolvidos e com maiores índices de industrialização, com Estados Unidos, Inglaterra e Japão a utilização destes componentes já é uma realidade nos

canteiros de obras que vem se consolidando desde os primeiros conceitos absorvidos durante a Revolução Industrial e sobretudo após a Segunda Grande Guerra Mundial. Neste momento, a necessidade de rápida reconstrução das cidades, sobretudo no que diz respeito a moradias, possibilitou um grande desenvolvimento da indústria da construção e o desenvolvimento, aprimoramento e implementação de soluções com bases conceituais da indústria de produção em massa, conforme citado no Capítulo 4.

Dentro deste panorama, o conceito da coordenação modular é fundamental e deve estar presente em todo o processo e todos os componentes, não só na indústria da construção como nas demais. Segundo Greven e Baldauf (2007), a otimização do processo se dá através da utilização correta destes conceitos em todos os níveis do processo, desde o projeto até a construção e da perfeita conectividade entre os profissionais e os módulos desenvolvidos.

Para Kamrani e Salhieh (2002), o projeto modular deve ser adotado como técnica para o desenvolvimento de produtos complexos por meio da utilização de componentes modulares e preferencialmente similares, com características que os tornem capazes de trabalhar em conjunto. Desta forma, cada módulo tem sua função ou performance, quando analisado separadamente e quando utilizado como parte do produto final irá contribuir para a performance geral do produto.

O papel da coordenação modular é promover uma perfeita interação entre todos os componentes e materiais de um sistema construtivo. Toda a indústria da construção adota padrões de modulação na produção de insumos e componentes, seja o aço, materiais de fechamento horizontal e vertical, acabamentos, coberturas entre outros (HENRIQUES, 2005). Quando a opção de sistema estrutural é a utilização do aço, aliado a sistemas e componentes construtivos industrializados de forma a obter o maior índice de racionalização, a modulação torna-se mais do que necessária, e sim norteadora dos processos de projeto e produção do edifício.

Para Meira e Araújo (1997), na indústria da construção civil são desenvolvidas uma série de atividades de caráter repetitivo, sequencial e interdependentes, assim, o papel da padronização ganha espaço como elemento redutor das improvisações, regulador das relações de interdependência entre serviços, otimizador das atividades desenvolvidas e gerador de uma conseqüente redução de desperdícios.

Uma solução baseada nos critérios de coordenação modular, padronização e repetição de elementos, que busca atingir níveis satisfatórios de flexibilidade plástica e formal e de customização, deve ser desenvolvida por meio de processos criativos sofisticados, com critérios técnicos e de articulação entre elementos bem definidos e sistematizados. A partir de uma malha ortogonal simples, gerada por meio de um componente modular padronizado, pode-se gerar infinitas combinações (figura 5.4).

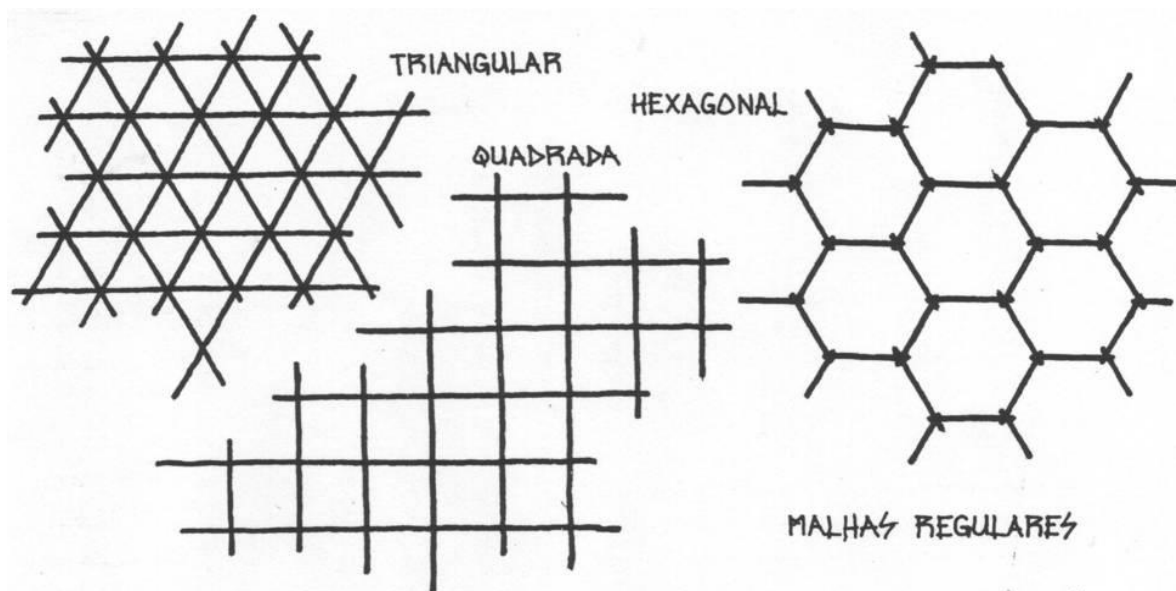


Figura 5.4 – Variações de malhas regulares desenvolvidas por meio de elementos modulares.

Fonte: SÁ, 1982

Diversos são os exemplos de projetos e obras baseados nos conceitos de modulação em que obteve-se um alto grau de flexibilidade plástica e formal no resultado final dos projetos desenvolvidos. Um dos exemplos, é o trabalho com padronização de produtos para a construção em aço desenvolvido pelo Arquiteto e Professor da Universidade de Tecnologia Delf em Roterdan, Kas Oosterhuis. Juntamente com seu grupo de pesquisa na Universidade, o *Hyperbody Research Group*, Oosterhuis desenvolveu uma série de peças estruturais, de ligação e de fechamento em aço que foram testadas em protótipos (Figura 5.5) e posteriormente utilizadas em diversos projetos de grande porte desenvolvidos pelo escritório do arquiteto (Figura 5.6), (BOER; OOSTERHUIS, 2009)

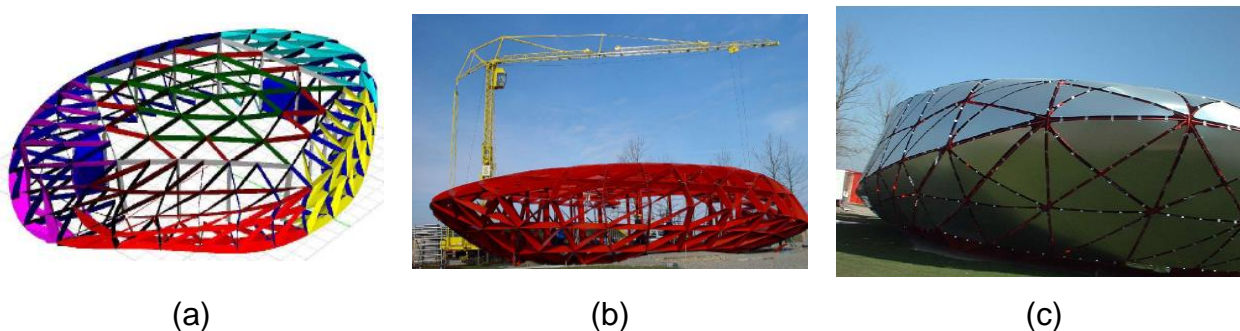


Figura 5.5 – Maquete eletrônica e protótipo de sistema modular do Arq. Kas Oosterhuis.

Fonte: BOER; OOSTERHUIS, 2009

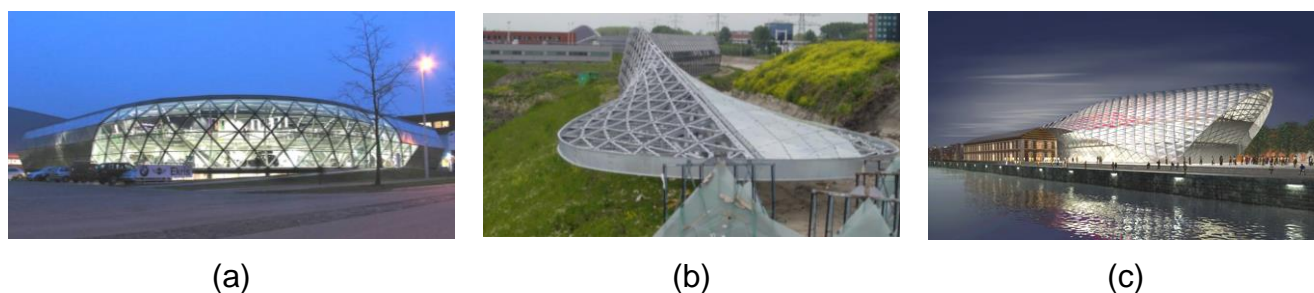


Figura 5.6 – Obras utilizando o sistema modular do Arq. Kas Oosterhuis. (a) Showroom BMW em Utrecht; (b) Barreira Acústica em Utrecht; (c) Capital Center em Budapest.

Fonte: BOER; OOSTERHUIS, 2009

Os projetos arquitetônicos desenvolvidos pelo arquiteto canadense Frank Gehry são muitas vezes desenvolvidos a partir da utilização de peças padronizadas, especialmente nos elementos estruturais. Exemplos interessantes são os Museus Guggenheim, como o de Bilbao na Espanha em que grande maioria dos elementos estruturais, inclusive ligações, é padronizada entretanto, o resultado plástico do projeto mostra uma forma totalmente orgânica (Figura 5.7).



(a)



(b)

Figura 5.7 – Museu Guggenheim de Bilbao, Espanha.

No Centre Georges Pompidou em Paris, França, os arquitetos Richard Rogers e Renzo Piano, além de criarem espaços extremamente ricos, utilizaram a própria malha da modulação como recurso estético de grande expressividade na fachada do edifício (figura 5.8).



Figura 5.8 – Centre Georges Pompidou, Paris, França.

Fonte: POMPIDOU, 2005

5.4 - Edificações e Componentes de Caráter Repetitivo

Denominam-se edificações de caráter repetitivo, as edificações onde além da modulação, foi adotada a padronização e utilização de um mesmo elemento, ou conjunto de elementos, o maior número de vezes possível. Tais edificações possuem características especiais, discutidas em diversos estudos e artigos da literatura nacional e internacional Almeida et al (1998); *Committee on Housing, Building and Planning*, (1965), Oliveira (2002). A repetição de elementos gera um

aumento da produtividade, prazo, custo e qualidade final que são diretamente proporcionais ao número de repetições de cada elemento e/ou edificação.

No esforço de reconstrução da Europa no pós-guerra, este fenômeno foi observado na construção de conjuntos habitacionais de casas e de edifícios que foram produzidos em massa e muitas vezes por meio de projetos padronizados e pré-fabricados, conforme exposto no capítulo anterior (OLIVEIRA, 2002).

5.4.1 - Tipologias Para Edificações ou Módulos Construtivos de Caráter Repetitivo

A repetição de elementos pode ocorrer de diferentes maneiras: repetição de um elemento ou módulo que se repete em uma única edificação; repetição deste elemento ou módulo em diferentes edificações (que podem ser padronizadas ou customizadas) e repetição da edificação como um todo em diversas implantações, como por exemplo:

- a) **Elementos Construtivos:** podendo ser elementos estruturais como vigas, pilares, contraventamentos e elementos e / ou sistemas de fechamento, cobertura, instalações, etc.;
- b) **Módulos Construtivos:** ocorre quando são adotados módulos prontos, que são produzidos em fábrica em série e são transportados e acoplados na edificação no momento pré-definido;
- c) **Prédios Isolados:** edifícios compostos de vários pavimentos tipo e / ou unidades repetitivas (salas, apartamentos, paredes ou elementos construtivos semelhantes, etc.);
- d) **Conjuntos Prediais:** conjuntos formados por vários blocos idênticos, onde repetem-se os blocos de edifícios e simultaneamente, repetem-se as plantas e/ou elementos padronizados em cada pavimento tipo das edificações;

- e) **Conjuntos Habitacionais** - compostos de várias unidades repetitivas e idênticas;
- f) **Redes de Empresas** - compostos de várias unidades repetitivas bastante similares que fazem parte de uma mesma rede empresarial, como escolas, lojas, hotéis, etc.

5.4.2 - Componentes Construtivos

A utilização de unidades modulares prontas, produzidas em série, em uma linha de montagem de fábrica, para serem acopladas à edificação, vem sendo cada vez utilizada em edificações, sobretudo as industrializadas e onde há um número de repetições razoável para determinados elementos.

O projeto dos módulos é elaborado juntamente com o projeto da edificação seguindo a modulação e respeitando as interfaces necessárias para a incorporação na mesma. A partir do projeto, os módulos são produzidos em fábricas de onde saem completamente prontos, com todos os componentes necessários ao seu funcionamento e são transportados até o canteiro de obras onde são apenas encaixados na edificação no momento correto. Desta forma, as etapas de fundação, infra-estrutura e estrutura do edifício são executadas simultaneamente à produção destes módulos em fábrica e ganha-se muito na produtividade, prazo e qualidade de execução.

Um dos primeiros módulos construtivos a ser desenvolvido e um dos mais utilizados é o banheiro pronto. Amplamente utilizados em edifícios comerciais, *flats* e hotéis, os módulos são estruturados em GRFC (concreto reforçado com fibra de vidro), argamassa armada, concreto ou aço. Após sua conclusão, são transportados completamente prontos, inclusive com acessórios, sendo apenas encaixados na edificação que já é executada de forma a deixar as esperas para a conexão de instalações hidráulicas e elétricas (figura 5.9).



(a) módulos prontos em fábrica



(b) módulos prontos sendo preparados para transporte



(c) módulos sendo içados para instalação na obra



(d) módulo já instalado na edificação

Figura 5.9 - processo de fabricação e montagem de módulos de banheiros prontos.

Os módulos feitos por meio de utilização de *containers*, ou blocos similares a *containers* vêm sendo cada vez mais utilizados no mercado internacional e começam a chegar ao Brasil com algumas propostas de soluções. Os *containers* são aproveitados e/ou desenvolvidos com o objetivo de configurarem a parte estrutural e/ou de fechamento dos módulos e são utilizados de diversas formas, com diferentes soluções de uso e estruturação.

A utilização destes *containers* tem início em países de longa tradição portuária, onde a necessidade de reaproveitamento de *contêineres* evoluiu ao lado do experimentalismo da arquitetura. Na Holanda e Inglaterra, por exemplo, foram desenvolvidos diversos projetos que tiraram partido das características modulares e geométricas dos contêineres.

Um exemplo é o projeto *Container City*, criado pela empresa inglesa Urban Space Management. O primeiro edifício da construtora foi executado em 2001, na antiga zona portuária de *Docklands*, em Londres. O edifício de três andares, feito com 80% de material reciclado, ficou pronto em cinco meses. Posteriormente foi executado um segundo edifício colorido e cheio de reentrâncias, com 22 escritórios de arte (figura 5.10). Entre 2001 e 2009, a *Urban Space Management* projetou um total de 23 construções com *contêiner* na Inglaterra, para diversos tipos de utilização, como edifícios comerciais, escolas, hotéis, estúdios, etc.



(a)



(b)

Figura 5.10 - edifício executado com containers modulares na Inglaterra. Container City. (a) fachada; (b) ambiente interno.

Fonte: URBAN SPACE, 2011.

Em Amsterdã, na Holanda foi executado o maior complexo habitável de *contêineres* do mundo no ano de 2005. A empresa *Tempohousing* construiu uma

residência de estudantes temporária com o aproveitamento de mil *containers* distribuídos em 12 edifícios que deveriam funcionar por apenas cinco anos. Entretanto, a solução foi tão bem aceita que sua desativação já foi adiada para 2016. Cada unidade abriga um dormitório independente, com cozinha, banheiro e varanda, como mostra-se na figura 5.11.



(a) fachada



(b) montagem



(c) ambiente interno



(d) ambiente interno

Figura 5.11 - Complexo de residências estudantis em Amsterdã na Holanda.
Fonte: URBAN SPACE, 2011

Em Londres, o hotel da rede *Travelodge* foi todo construído com *contêineres* em uma obra que durou apenas 20 dias para ser concluída com 86 módulos de aço trazidos da China que foram estruturados em um edifício de 120 quartos. Para reduzir o peso total da edificação utilizou-se *drywall* nas divisórias e nos

revestimentos, o que possibilitou melhor aproveitamento e acabamento dos espaços, garantindo melhor isolamento acústico e térmico, que são fundamentais para o funcionamento do hotel.

Os módulos que têm dois tamanhos: um para quartos de casal, medindo 5 m x 3 m, e outro para quartos triplos, com 3,5 m x 6 m chegaram prontos da China já com instalações elétricas e hidráulicas, figura 5.12. A empresa *Verbus System*, pretende inaugurar outro hotel nesses moldes, com 307 quartos, na região próxima do aeroporto internacional de *Heathrow*, também em Londres.



(a) processo de montagem



(b) processo de montagem



(c) obra concluída

Figura 5.12 - Hotel da rede Travelodge construído em Londres pela empresa Verbus System.

Fonte: INHABITAT, 2011.

No Brasil começam a ser inseridas soluções construtivas com a utilização de *containers* como módulos prontos. Algumas soluções destinam-se a moradias, como opções para residências unifamiliares ou edifícios modulares residenciais, outras para atender ao setor comercial.

A arquiteta catarinense Livia Ferrato desenvolveu um projeto de uma casa compacta de 15 metros quadrados, o Projeto *Container Habitat* é comercializado já com acabamento e mobiliário, que foi desenvolvido especialmente para aproveitamento de espaço no módulo. O projeto é desenvolvido para containers que são comprados com aproximadamente 10 anos de uso, são reformados e adaptados para abrigar a residência que pode ser adaptada em versões maiores com a utilização de mais de um *container* (figura 5.13), (ÉPOCA, 2011).



(a) vista externa do protótipo



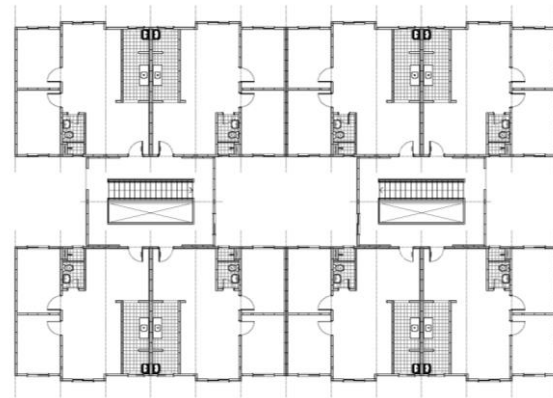
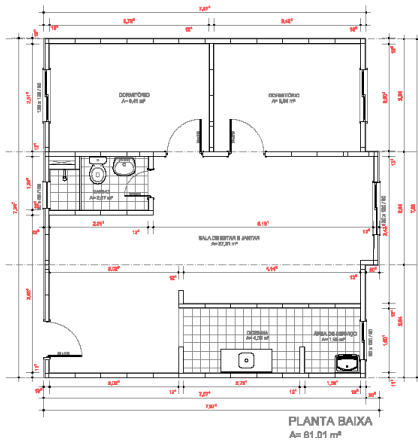
(b) ambiente interno

Figura 5.13 - Projeto Container Habitat, com 15 metros quadrados.

Fonte: ÉPOCA, 2011.

A empresa *Quick House*, franqueada da marca americana de mesmo nome, oferece no Brasil soluções residenciais e comerciais. No projeto de edifícios modulares, é utilizado um chassi modular estrutural que recebe revestimento em painéis metálicos e placas diversas para isolamento termo acústico. A combinação destes módulos pode gerar diferentes tipologias construtivas, tanto em relação à

planta e dimensão das unidades residenciais, quanto em relação à volumetria externa, conforme ilustrado na figura 5.14.



(a) opções de plantas

(b) opções de plantas



(c) elementos que compõem o sistema construtivo

Figura 5.14 - Edifício Modular da empresa *Quick House*.

Fonte: QUICK HOUSE, 2011.

Outras soluções oferecidas pela empresa são as Lojas Transportáveis e os *Stands* de Vendas Modulares, que são produzidos em fábrica com projeto padrão ou customizado e são transportados prontos ou semi-prontos (de acordo com as dimensões finais) para o local de instalação como se ilustra na figura 5.15.



(a) Loja Transportável padrão



(b) *stand* de venda personalizado



(c) *stand* de venda pronto, desmontável e transportável

Figura 5.15 - Lojas Transportáveis e os *Stands* de Vendas Modulares da empresa *Quick House*.

Fonte: QUICK HOUSE, 2011.

5.4.3 - Edificações

No que diz respeito às edificações de caráter repetitivo, as melhores opções de tipologias construtivas a serem utilizadas são aquelas onde se pode conseguir um grande número de elementos, módulos ou unidades padronizadas e que sejam repetitivas na edificação.

Conforme citado anteriormente, pode-se também trabalhar a partir de edificações unitárias, que em um mesmo projeto serão repetidas um número razoável de vezes. Desta forma ressalta-se como opções de tipologias a serem estudadas:

- a) **Conjuntos Habitacionais de Residências Unifamiliares de Baixo Custo** - pode-se desenvolver o projeto específico da residência com a utilização de peças estruturais e/ou do sistema construtivo padronizado e além disso, alcançar a produtividade por meio da repetição das unidades propriamente ditas.
- b) **Conjuntos Habitacionais de Edifícios de Andares Múltiplos** - da mesma forma, a repetição pode ocorrer individualmente, em cada edifício, por meio da utilização de peças estruturais e/ou do sistema construtivo padronizado e com a repetição das unidades propriamente ditas.
- c) **Edifícios Residenciais de Andares Múltiplos** - neste caso as melhores opções são projetos com pavimentos tipo de maiores dimensões e projeto modulado, que possibilite a padronização de maior número de peças estruturais por exemplo. Além disso, é desejável um edifício com maior número de pavimentos e/ou com a implantação de mais de um bloco de apartamentos idênticos.

- d) **Edifícios Comerciais de Andares Múltiplos** - semelhante ao caso anterior, a produtividade aumenta proporcionalmente ao maior número de pavimentos do edifício. Portanto as melhores tipologias seriam as mais verticalizadas e com maior número de unidades (salas e banheiros, por exemplo) por pavimento.
- e) **Edifícios Educacionais** - no caso de edifícios educacionais, tem-se a sala de aula como módulo de repetição. Entretanto, o desejável seriam edifícios com maior número de salas, verticalizados e preferencialmente em casos onde uma mesma rede de ensino adote projetos padrão, passíveis de customização, para serem implantados em diversos locais.
- f) **Hospitais** - para hospitais, repetem-se as mesmas condicionantes expostas para edifícios educacionais, entretanto, neste caso normalmente o número de unidades modulares é maior (quartos) e a grande maioria delas possui um sub-módulo acoplado, o banheiro, que possibilitam a utilização de maior número de unidades padronizadas, inclusive os módulos de banheiros prontos.
- g) **Hotéis** - o projeto de hotéis agrega uma série de condicionantes desejáveis para a aplicação dos conceitos de padronização e repetição de elementos construtivos. Na grande maioria dos casos, os projetos de hotéis são verticalizados. É desejável a implantação do maior número de unidades modulares possível por pavimento, os quartos que agregam um sub-módulo, os banheiros. Além disso, geralmente uma mesma rede implanta edificações em diversos locais e deseja-se uma unidade tanto formal e estética, quanto dimensional.

5.5 - Uma Tipologia para Aplicação dos Conceitos Propostos

Propõe-se desenvolver neste trabalho uma sistematização de diretrizes de projeto para edificações de caráter repetitivo, a partir da aplicação dos conceitos de Desenvolvimento de Produto, Produção em Série e Customização em Massa; buscando-se otimizar o processo de projeto por meio da utilização de uma das metodologias de Desenvolvimento de Projeto de Produto expostas no Capítulo 2.

Além disso, objetiva-se possibilitar a utilização não só da coordenação modular, que já deveria ser intrínseca a este tipo de projeto, como também a efetiva padronização do maior número de elementos possíveis, sejam eles estruturais ou sub-módulos construtivos.

Desta forma, propõe-se uma metodologia para o desenvolvimento de um projeto que possa ser executado a partir dos conceitos da Produção em Série, no que diz respeito à utilização de grande número de peças padronizadas e produzidas em fábrica para a montagem no canteiro. Além disso, adotar a customização de unidades diversas tanto em termos estéticos e formais, quanto em termos dimensionais e estruturais. Para um projeto que possa ser desenvolvido com a utilização e repetição de elementos e sub-módulos. Tais elementos e sub-módulos devem possibilitar flexibilidade em relação à ligação, articulação, quantidade de elementos utilizados e interfaces com demais sistemas que podem variar de acordo com o local de implantação da edificação.

Optou-se por adotar como tipologia construtiva o projeto de hotéis, devido ao fato de ser uma tipologia que se enquadra nas características de projeto desejáveis para a aplicação dos conceitos a serem propostos neste trabalho.

No projeto de hotéis, trabalha-se continuamente com os conceitos de modulação, padronização e repetição de elementos, que podem ocorrer de diferentes maneiras:

- Na repetição das Unidades de Habitação (UHs) que se configuram como um módulo de projeto nesta tipologia. Praticamente em todas as categorias de hotéis tem-se a adição de pelo menos um sub-módulo nas UHs, o banheiro.
- Na repetição do número de pavimentos tipo, já que para a grande maioria das categorias de hotéis a melhor opção de conceituação de projeto é a verticalização.
- Na repetição de unidades edificadas, já que muitas vezes os hotéis pertencem a grandes redes que possuem unidades distribuídas em vários países e implantadas em diversas situações no que diz respeito à topografia, clima, costumes culturais, entre outros.

Quando se fala em um edifício que pertença a uma mesma rede de hotéis, o desejável é que exista uma unidade formal, estética, funcional e dimensional entre as unidades (edifícios) e suas respectivas Unidades de Habitação (UHs), por mais que estejam customizadas para cada local de implantação.

No próximo capítulo, apresenta-se uma revisão sobre as principais características, tipologias e categorias de hotéis existentes. Os conceitos e dados levantados a seguir servirão de referência para a proposição de diretrizes de projeto a serem desenvolvidas.

PROJETO DE HOTÉIS - TIPOLOGIAS, DIMENSIONAMENTO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

6.1 - Conceitos e Classificações

Classificam-se como Meios de Hospedagem “Os empreendimentos ou estabelecimentos, independentemente de sua forma de constituição, destinados a prestar serviços de alojamento temporário, ofertados em unidades de frequência individual e de uso exclusivo do hóspede, bem como outros serviços necessários aos usuários, denominados de serviços de hospedagem, mediante adoção de instrumento contratual, tácito ou expresso, e cobrança de diária” (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2008).

A Embratur, por meio do Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass), estabelece sete tipos de meios de hospedagem para classificar os estabelecimentos de hospedagem existentes no Brasil. De acordo com Ministério do Turismo (2011), os tipos de meios de hospedagem, com as respectivas características distintivas, são:

1. **HOTEL** - estabelecimento com serviço de recepção, alojamento temporário, com ou sem alimentação, ofertados em unidades individuais e de uso exclusivo dos hóspedes, mediante cobrança de diária;
2. **RESORT** - hotel com infra estrutura de lazer e entretenimento que disponha de serviços de estética, atividades físicas, recreação e convívio com a natureza no próprio empreendimento;
3. **HOTEL FAZENDA** - localizado em ambiente rural, dotado de exploração agropecuária, que ofereça entretenimento e vivência do campo;

4. **CAMA E CAFÉ** - hospedagem em residência com no máximo três unidades habitacionais para uso turístico, com serviços de café da manhã e limpeza, na qual o possuidor do estabelecimento resida;
5. **HOTEL HISTÓRICO** - instalado em edificação preservada em sua forma original ou restaurada, ou ainda que tenha sido palco de fatos histórico-culturais de importância reconhecida;
6. **POUSADA** - empreendimento de característica horizontal, composto de no máximo 30 unidades habitacionais e 90 leitos, com serviços de recepção, alimentação e alojamento temporário, podendo ser em prédio único com até três pavimentos, ou contar com chalés ou bangalôs;
7. **FLAT/APART-HOTEL** - constituído por unidades habitacionais que disponham de dormitório, banheiro, sala e cozinha equipada, em edifício com administração e comercialização integradas, que possua serviço de recepção, limpeza e arrumação.

Cada um dos sete tipos de meios de hospedagem pode ter uma classificação variável em categorias, representadas pela consagrada simbologia de "estrelas". Cada categoria é determinada de acordo com a qualidade e quantidade de serviços, instalações e lazer oferecidos pelo meio de hospedagem, além de considerar a área útil para cada espaço de uso disponível para os hóspedes (Tabelas 6.1 e 6.2).

Tabela 6.1 - Meios de Hospedagem - Tipos e Categorias

TIPOS	CATEGORIAS
Hotel	1★ a 5★
Resort	4★ a 5★
Hotel Fazenda	1★ a 5★
Cama e Café	1★ a 4★
Hotel Histórico	3★ a 5★
Pousada	1★ a 5★
Flat / Apart-Hotel	3★ a 5★

Fonte: MINISTÉRIO DO TURISMO, 2011

Tabela 6.2 - Meios de Hospedagem - Categorias e Simbologia

CATEGORIA	SIMBOLOGIA
Super Luxo	★★★★★ SL
Luxo	★★★★★
Superior	★★★★
Turístico	★★★
Econômico	★★
Simples	★

Fonte: MINISTÉRIO DO TURISMO, 2011

No ANEXO IV da Portaria 100 de 16 de junho de 2011 tem-se uma Matriz de Classificação que trata detalhadamente da descrição das instalações e serviços a serem oferecidos por cada categoria (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2011). No Anexo I deste trabalho apresenta-se o ANEXO IV acima citado na íntegra.

Para fins de estudo e análises neste trabalho será considerado apenas o meio de hospedagem da tipologia Hotel na categoria Econômico (2 estrelas). Esta escolha deve-se ao fato de que esta tipologia tem características mais favoráveis à aplicação das diretrizes de projeto a serem propostas, conforme será esclarecido na sequência.

6.2 - Projeto Arquitetônico de Hotéis - Principais Parâmetros

Para Leite (2005), as fases de elaboração do projeto arquitetônico de um hotel, após o planejamento e demais definições pertinentes a implantação do empreendimento, são:

- Definição do programa de áreas e dos requisitos de instalações;
- Montagem de diagramas funcionais gerais e parciais;
- Definição do partido básico de arquitetura, o qual compreende: definição do pavimento-tipo, da Unidade de Habitação (UH) e da distribuição espacial dos diversos setores que compõem o hotel.

Tais definições terão direcionamentos diferenciados de acordo com a tipologia do meio de hospedagem a ser projetado e conseqüentemente da categoria do empreendimento a ser implantado. O SBClass determina uma série de parâmetros a serem seguidos para cada tipologia e categoria a ser projetada, referentes à variedade, quantidade, qualidade e dimensionamento das áreas e ambientes a serem contemplados em cada tipo de empreendimento (Anexo I).

Andrade; Brito e Jorge (2000) definem um escopo básico de projeto com a determinação de áreas específicas que serão contempladas nos projetos dos meios de hospedagem. Tais áreas poderão sofrer variações em relação ao seu dimensionamento, localização e características, de acordo com a tipologia e categoria do empreendimento, também de acordo com a classificação do SBClass (Tabela 6.3).

Tabela 6.3 - Áreas e instalações no projeto de meios de hospedagem

CATEGORIA	SIMBOLOGIA
Área de hospedagem	Pavimento tipo (Unidades de Habitação - UHs)
Áreas públicas e Sociais	Lobby, restaurantes, bares, salão de eventos, salas de estar, TV e leitura,
Áreas de serviços	Lavanderia, vestiários, manutenção, depósitos
Áreas de alimentos e bebidas	Recebimento, pré-preparo, câmaras frigoríficas, almoxarifado de A&B, cozinha principal, cozinha de banquetes
Áreas de equipamentos	Central de água gelada, subestação, quadros de medição, grupo motor-gerador, casa de bombas, caldeiras
Áreas recreativas	Quadras de esportes, campo de golfe, piscinas, parque aquático, marinas, etc

Fonte: ANDRADE; BRITO; BERGE, 2000.

De acordo com o tipo de meio de hospedagem e sua categoria, as inter-relações entre áreas a serem projetadas, o nível de comunicação entre ambientes do programa e os graus relativos de importância poderão variar. Em determinadas tipologias de meios de hospedagem, a área de hospedagem, caracterizada pelo pavimento tipo tem maior relevância em relação às demais áreas do projeto arquitetônico. Nestes casos, o pavimento tipo ocupa o maior percentual de área de projeto e conseqüentemente a maior área construída, caracterizando-se como principal área do empreendimento em termos de investimento e conseqüentemente de retorno financeiro. É o caso das tipologias em que a hospedagem é o principal foco do empreendimento, ficando as áreas de lazer e alimentação em segundo plano, ou muitas vezes nem mesmo sendo contempladas. Isso ocorre no caso dos Hotéis nas categorias Turismo, Econômico e Simples (de 3 a 1 estrelas), por exemplo.

Considera-se que dentre as demais tipologias de meios de hospedagem estas se caracterizam como as que possibilitam maior repetição de elementos. Seja por meio de uma modulação estrutural, da repetição das UHs e seus respectivos sub-módulos (banheiros), ou da repetição do próprio pavimento tipo, já que nestas tipologias a verticalização é sempre desejável. A partir da verificação de tais características, define-se como objeto de estudo para o presente trabalho a tipologia Hotel na categoria Econômico (2 estrelas).

Segundo Leite (2005), o projeto de Hotéis Econômicos caracteriza-se pela adoção de andar-tipo, que representa 65% a 85% da área total do edifício, sendo o item de maior importância em termos de impacto econômico e de maior relevância na concepção e conceituação do projeto.

O andar-tipo compõe-se pela distribuição das Unidades Habitacionais (UHs), por meio da organização destas em pavimentos idênticos ou muito semelhantes. Em termos de disposição espacial, as configurações são resultantes da formatação e

disposição das UHs, que podem ser dispostas, de acordo com Leão (1995), em três tipos de circulação:

- **Corredor carga-simples:** disposição linear com as UHs distribuídas em apenas um dos lados do corredor de circulação. Menos econômico, tendo como ponto positivo a possibilidade de implantação em lotes estreitos e/ou com uma vista preferencial.
- **Corredor carga-dupla:** disposição linear com as UHs distribuídas nas duas laterais do corredor de circulação. Mais frequente, por ser mais econômico.
- **Corredor concêntrico:** disposição centralizada com as UHs dispostas a partir de um núcleo de circulação vertical ocupando seu perímetro externo.

Além da distribuição das UHs no pavimento tipo, Andrade; Brito e Jorge (2000) definem diferentes circulações e ambientes que podem ou não estar presentes nestes pavimentos, de acordo com definições de projeto (Figura 6.1).

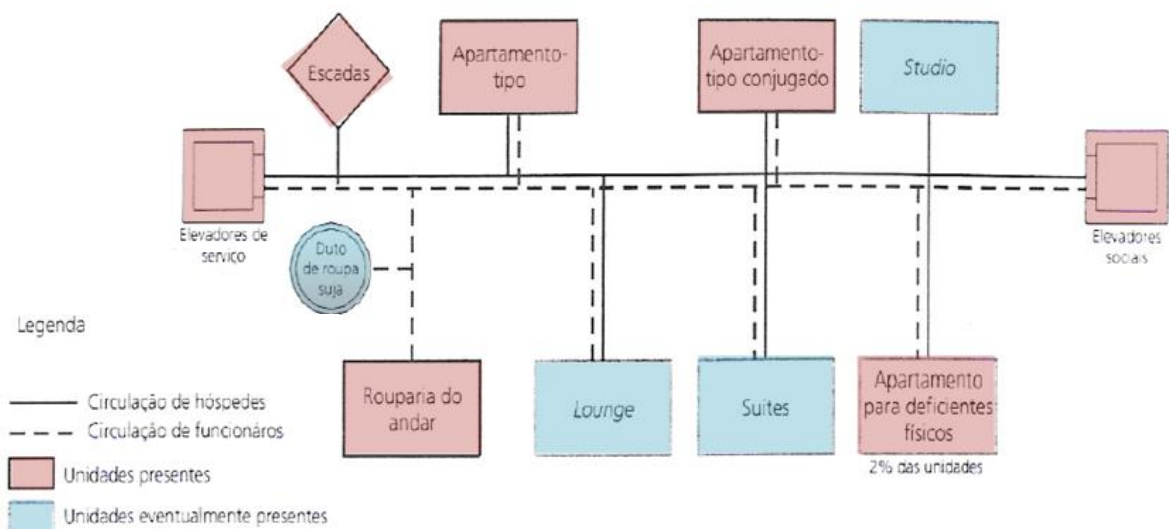




Figura 6.1 - Diagrama funcional do pavimento tipo.

Fonte: Andrade; BRITO; JORGE, 2000.

Em relação à organização das UHs no pavimento, Lawson (2003) apresenta três principais tipologias de configuração de plantas, que terão impacto significativo na tipologia e volumetria final da edificação, a saber:

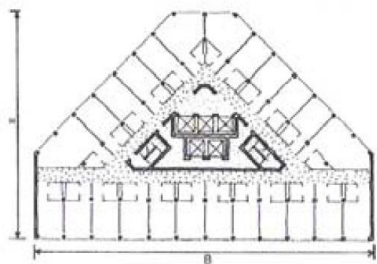
- a) **Planta em torre:** a utilização de núcleo de serviço e circulação central possibilita a disposição das UHs ao seu redor. Utilizadas em edifícios verticalizados, é a solução mais compacta (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 - Tipologias de plantas em torre para pavimento tipo (continua)

PLANTA	DIMENSÕES	OBSERVAÇÕES
 <p data-bbox="285 1157 675 1192">(a) Torre: planta retangular</p>	<p data-bbox="764 940 1045 1083">Corredor- 26 a 28 e 34 a 36m 16 a 24 UHs / pavimento</p>	<p data-bbox="1084 705 1406 1318">As torres exigem grandes núcleos estruturais com fileiras simples de UHs. O aproveitamento das áreas é otimizado com 16 a 24 UHs por pavimento tipo. A circulação ocupa de 34% a 36% da área. Com plantas retangulares, geralmente são necessários prolongamentos nos corredores até as UHs de canto.</p>
 <p data-bbox="285 1644 638 1675">(b) Torre: planta circular</p>	<p data-bbox="764 1430 1045 1572">Corredor- 30 a 33 e 39 a 41m 16 a 24 UHs / pavimento</p>	<p data-bbox="1084 1394 1406 1608">As plantas circulares ou segmentadas são mais eficientes, porém resultam em entradas estranguladas para as UHs e banheiros.</p>

Fonte: LAWSON, 2003

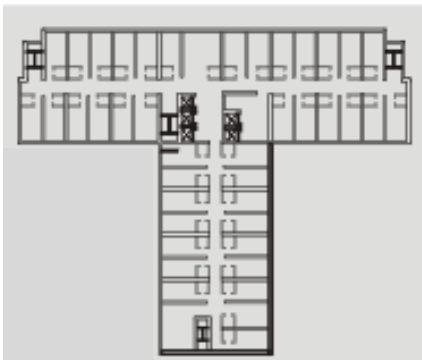
Tabela 6.4 - Tipologias de plantas em torre para pavimento tipo (conclusão)

 <p>(c) Torre: planta triangular</p>	<p>Base triângulo - 43m Altura triângulo - 30m 24 UHs / pavimento</p>	<p>As plantas triangulares permitem maior variação nas UHs, mas um núcleo triangular costuma ser menos eficiente.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: LAWSON, 2003

b) **Planta radial:** utiliza corredor interno voltado a um espaço central que pode ser aberto ou subdividido por ampliações de mezaninos. Caracteriza-se pelo uso de elevador panorâmico, corredor carga dupla, visando facilitar acessos, serviços e saídas de emergência. Os arranjos em átrios podem ser expandidos com o emprego de braços laterais lineares (Tabela 6.5).

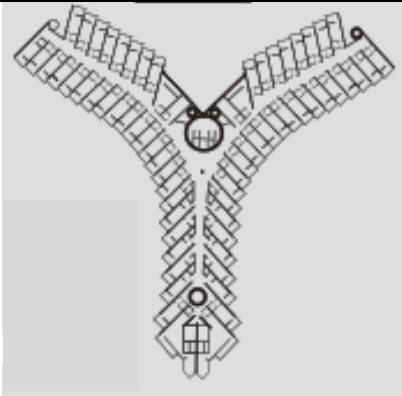
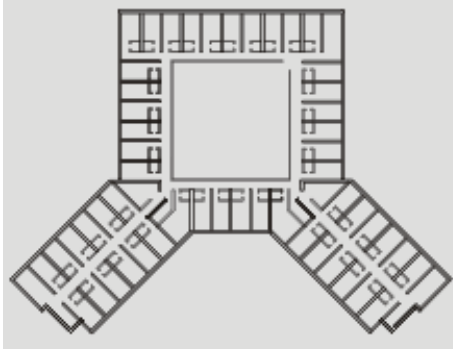
Tabela 6.5 - Tipologias de plantas radiais para pavimento tipo(continua)

PLANTA	DIMENSÕES	OBSERVAÇÕES
	<p>Dimensões médias semelhantes a (h)</p>	<p>Melhor utilização do perímetro. Exigem um maior percentual de saídas de emergência.</p>

(d) Radiais: em "T"

Fonte: LAWSON, 2003

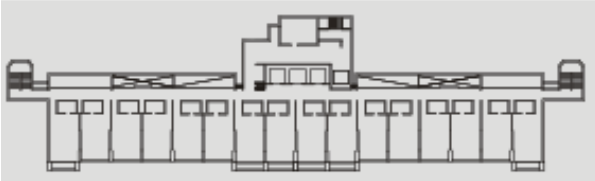

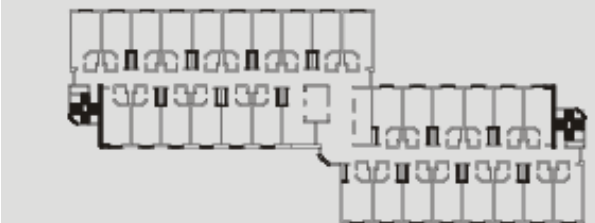
Tabela 6.5 - Tipologias de plantas radiais para pavimento tipo(conclusão)

	<p>Dimensões médias semelhantes a (h)</p>	<p>Melhor utilização do perímetro. Exigem um maior percentual de saídas de emergência.</p>
<p>(e) Radiais: em "Y"</p>  <p>(f) Radiais: com átrio e alas de adicionais</p>	<p>Corredor- 30 a 34 e 45 a 49m 24 a 40 UHs / pavimento</p>	<p>Átrio cria grande espaço interno com ambiente controlado, permite corredores abertos, elevadores panorâmicos e iluminação natural dos espaços centrais. O aproveitamento das áreas é baixo, mas pode ser melhorado com o uso de UHs alinhadas ou de alas de extensão. A ventilação para remoção de fumaça e troca do ar, o combate a incêndio e rotas de emergência exigem considerações detalhadas.</p>

Fonte: LAWSON, 2003

c) **Planta linear:** com disposição linear e núcleos de circulação vertical próximo às extremidades dos corredores. Dentro desta classificação há outra subdivisão que identifica cinco tipos ou configurações: fileira simples, fileira dupla, com eixo deslocado, curvas ou segmentadas e em "L" (Tabela 6.6).

Tabela 6.6 - Tipologias de plantas lineares para pavimento tipo (continua)

PLANTA	DIMENSÕES	OBSERVAÇÕES
 <p>(g) Lineares: fileira simples de UHs (com corredor iluminado)</p>	<p>Corredor - Até 60m UH - Econômicos - 7,90m² 15 a 18 UHs / pavimento</p>	<p>Quando as vistas se limitam a um lado ou para ligações de pequenas seções e suítes alinhadas (com corredor iluminado). Baixo aproveitamento de áreas. A circulação ocupa 33% a 36% da área</p>
 <p>(h) Lineares: fileira dupla de UHs</p>	<p>Corredor - 65 a 120m UH - Econômicos - 13,70m² 44 a 56 UHs / pavimento</p>	<p>Aproveitamento eficiente de áreas. Os corredores podem estender-se em até 7,5m além do final da escada. A circulação ocupa 22% a 25% da área.</p>
 <p>(i) Lineares: fileira de UHs com eixo deslocado</p>	<p>Corredor - Até 120m UH - Econômicos - 21,10m² 44 a 56 UHs / pavimento</p>	<p>Similar à anterior, com sobreposição do núcleo de elevadores e áreas de serviço. Determinam a localização dos elevadores sociais e de serviço. A circulação ocupa 23% a 26% da área.</p>

Fonte: LAWSON, 2003

Tabela 6.6 - Tipologias de plantas lineares para pavimento tipo (conclusão)

	<p>Dimensões médias semelhantes a (h)</p>	<p>As UHs centrais são difíceis de se projetar e possuem larguras limitadas para banheiros. Raio prático mínimo de 30m.</p>	
<p>(j) Lineares: fileira de UHs curvas ou segmentadas</p>		<p>Dimensões médias semelhantes a (h)</p>	<p>Permitem melhor utilização do terreno. O espaço entre as alas pode ser parcialmente fechado por um átrio envidraçado. As alas podem se estender até forma um quadrado.</p>
<p>(k) Lineares: fileira em "L"</p>	<p>Fonte: LAWSON, 2003</p>		

Além das tipologias de configuração e organização de plantas, Lawson (2003) levanta dados referentes à largura dos corredores de circulação (Tabela 6.7), que também irão influenciar no dimensionamento final do pavimento tipo.

Tabela 6.7 - Largura para corredores de circulação

TIPOLOGIA DE CIRCULAÇÃO	LARGURA (m)
Mínimo (uso restrito)	1,20
Hotéis Econômicos	1,40
Hotéis padrão Médio / Alto	1,50 a 1,90
Com portas recuadas (largura da área de recuo = 2,00m)	1,50
Corredores de serviço com portas que abrem para o corredor	1,80 a 2,00
Percursos de serviço secundários com acesso de carrinhos de mão	1,20 a 1,40
Apartamentos	1,10 a 1,50

Fonte: LAWSON, 2003

6.3 - Unidade Habitacional - UH

De acordo com o Ministério do Turismo (2008) "Unidade Habitacional - UH é o espaço, atingível a partir das áreas principais de circulação comuns do estabelecimento, destinado à utilização pelo hóspede, para seu bem-estar, higiene e repouso." Quanto ao tipo, as UH dos meios de hospedagem são as seguintes:

I – Quarto – UH constituída, no mínimo, de quarto de dormir de uso exclusivo do hóspede, com local apropriado para guarda de roupas e objetos pessoais.

II - Apartamento - UH constituída, no mínimo, de quarto de dormir de uso exclusivo do hóspede, com local apropriado para guarda de roupas e objetos pessoais, servida por banheiro privativo;

III - Suíte - UH especial constituída de apartamento, acrescido de sala de estar."

Em relação ao projeto das áreas de hóspedes, ou setor habitacional e suas respectivas UHs, o Ministério do Turismo (2002) traz uma série de determinações, referentes ao dimensionamento, tipos, quantidade e localização de recursos,

acessórios e mobiliário (Anexo I). Na Tabela 6.8, tem-se as recomendações referentes ao dimensionamento das UHs.

Tabela 6.8 - Determinações para projeto de Setor Habitacional e UHs

SETOR HABITACIONAL	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
Todas as salas e quartos das UH com iluminação e ventilação de acordo com as normas vigentes para edificações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Todas as UH deverão ter banheiros privativos com ventilação direta para o exterior ou através de duto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilidades de informatização / mecanização, nas UH					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quarto de dormir com menor dimensão igual ou superior a 2,50m e área média, igual ou superior a:						
a) 18,00 m ² (100% das UH)						<input type="checkbox"/>
b) 16,00m ² (em no mínimo 90% das UH)					<input type="checkbox"/>	
c) 14,00m ² (em no mínimo 80% das UH)				<input type="checkbox"/>		
d) 12,00m ² (em no mínimo 70% das UH)			<input type="checkbox"/>			
e) 10,00m ² (em no mínimo 65% das UH)		<input type="checkbox"/>				
f) 9,00m ² (em no mínimo 65% das UH)	<input type="checkbox"/>					
Banheiro com área média igual ou superior a (em no mínimo):						
a) 5,00m ² (100% das UH)						<input type="checkbox"/>
b) 4,00m ² (em no mínimo 90% das UH)					<input type="checkbox"/>	
c) 3,30m ² (em no mínimo 80% das UH)				<input type="checkbox"/>		
d) 3,00m ² (em no mínimo 70% das UH)			<input type="checkbox"/>			
e) 2,30m ² (em no mínimo 65% das UH)		<input type="checkbox"/>				
f) 1,80m ² (em no mínimo 65% das UH)	<input type="checkbox"/>					
UH do tipo suíte com sala de estar de área média, igual ou superior a:						
a) 12 m ²						<input type="checkbox"/>
b) 11 m ²					<input type="checkbox"/>	
c) 10 m ²				<input type="checkbox"/>		
d) 9 m ²			<input type="checkbox"/>			
e) 8 m ²		<input type="checkbox"/>				
UH do tipo suíte e/ou unidades conversíveis em suítes				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portas duplas de comunicação entre UH conjugáveis ou sistema que só possibilite sua abertura, quando por iniciativa dos ocupantes de ambas as UH's	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fonte: MINISTÉRIO DO TURISMO, 2002

O dimensionamento e planejamento da formatação das UHs, em um projeto de meios de hospedagem, é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento, tanto em termos de planejamento de custo e execução quanto em relação ao um bom funcionamento e satisfação dos usuários. Sobretudo quando trata-se do projeto de Hotel Econômico (2 estrelas), objeto de análise neste trabalho, e demais categorias semelhantes, onde o setor de hospedagem é a principal área do empreendimento.

Para Leite (2005), uma redução de apenas 12% na área de apartamentos pode representar mais do que o espaço total geralmente necessário a todas as áreas comuns ao Hotel (áreas sociais, administrativas, de serviço, alimentos - bebidas e equipamentos). Portanto, o dimensionamento correto e a padronização das UHs é importante para:

- Economia de custo de execução;
- Uniformidade de qualidade e preços;
- Eficiência na organização e limpeza;
- Economia na compra de equipamentos;
- Racionalização de manutenção, operação e substituições.

De acordo com Leão (1995), o projeto das UHs requer uma sequência lógica, que pode ser descrita em quatro passos:

- 1º. Passo:** definição do setor habitacional como um todo;
- 2º. Passo:** definição dos tipos de unidades;
- 3º. Passo:** definição das dimensões das unidades;
- 4º. Passo:** estabelecimento do orçamento para o projeto de interiores.

Neste trabalho, serão considerados particularmente o primeiro tópico levantado por Leite (2005), e os 3 primeiros passos descritos por Leão (1995), visto que o

objetivo é utilizar esta tipologia para a implementação de diretrizes de projeto padrão customizável em estrutura metálica. No que se refere ao nível de padronização das UHs, a escolha pela tipologia Hotel na categoria Econômico deve-se ao fato de que nesta tipologia o grau de padronização desejável é maior do que nas demais categorias de hotéis. Na Tabela 6.9 demonstra-se a relação entre proporção e processo de padronização das UHs de acordo com a categoria dos hotéis levantada por Lawson (2003).

Tabela 6.9 - Nível de padronização e proporções típicas de quantitativos de UHs.

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS	CAMA CASAL % UHs	2 CAMAS % UHs	NOTAS
Super luxo ★★★★★ SL	Projetos individuais de acordo com as especificações de área, gama de equipamentos e qualidade.	15%	85%	Apartamentos conversíveis para famílias
Luxo e Superior ★★★★★ ★★★★	Programa de necessidades detalhado com especificações padronizadas para os apartamentos e diretrizes de projeto para as áreas de uso comum e de apoio.	50%	50%	Com sofás camas
Turístico, Econômico e Simples ★★★ ★★ ★	Projetos altamente padronizados e técnicas de construção repetitivas, frequentemente utilizando pré-fabricados e sistemas construtivos padronizados.		100%	Apartamentos padronizados para famílias

Fonte: LAWSON, 2003

Além das UHs padrão, independente da tipologia e categoria do meio de hospedagem, faz-se necessário a execução de UHs adaptadas para portadores de necessidades especiais. Tais UHs devem compor de 1% a 2% do total de UHs

disponíveis no meio de hospedagem e devem ser projetadas segundo norma vigente NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Para auxiliar o processo de adaptação dos hotéis à norma de acessibilidade, o Ministério do Turismo (2011) formulou um material próprio, com base na legislação vigente: “Manual de recepção e acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a empreendimentos e equipamentos turísticos”.

Independente da UH ser padrão ou adaptada, algumas tomadas de decisão referentes à sua organização espacial interna podem impactar consideravelmente a funcionalidade do espaço interno disponível e os processos de execução e montagem da obra. Leão (1995), define dois tipos de variação tipológica: por apoio e por orientação.

1º. Por apoio - O setor de apoio é constituído por banheiro e copa ou frigobar, podendo assumir duas disposições: apoio longitudinal e apoio transversal, (Figura 6.2).

- **Apoio longitudinal** - setor de apoio é paralelo ao corredor de circulação;
- **Apoio transversal** - setor de apoio é perpendicular ao corredor de circulação.

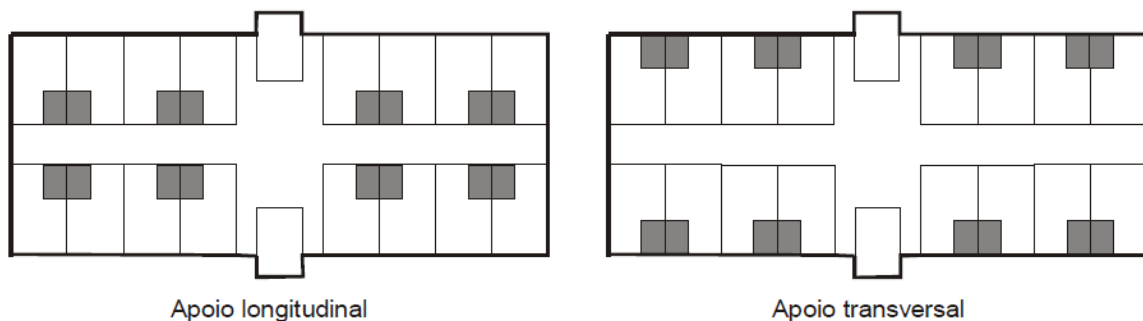


Figura 6.2 - Variações tipológicas propostas: por Apoio.

Fonte: LEÃO, 1995.

2º. Por orientação: De acordo com o número de faces externas, a unidade de habitação pode assumir três orientações principais: orientação simples, dupla 90° e dupla paralela, (Figura 6.3).

- **Orientação simples:** contém apenas uma face voltada para o exterior. Tipo mais comum.
- **Orientação dupla 90°:** contém duas faces perpendiculares abertas ao exterior. Ocorre em células de esquina.
- **Orientação dupla paralela:** contém duas faces abertas frente a frente, favorecendo a ventilação cruzada dos ambientes. Menos frequente, costuma ocorrer em hotéis que possuem circulação em forma de corredor carga simples.

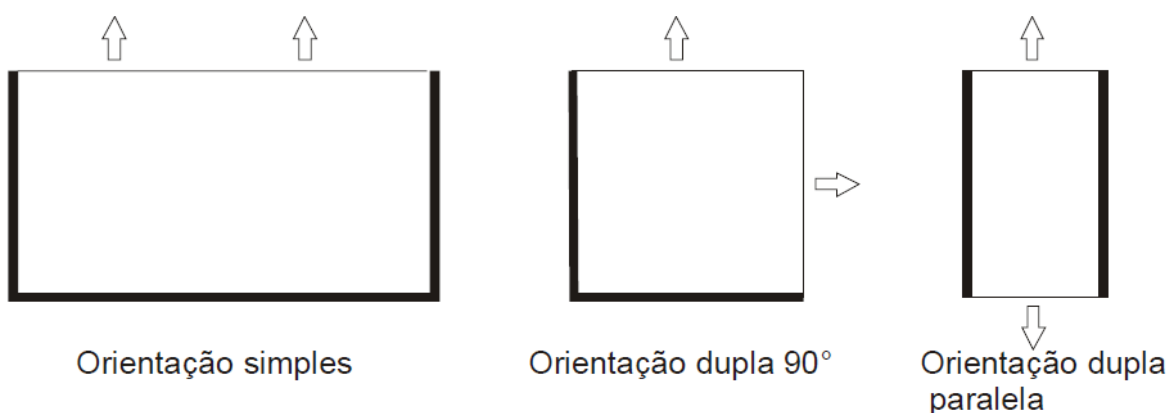


Figura 6.3 - Variações tipológicas propostas: por Orientação.

Fonte: LEÃO, 1995.

Diante do exposto, conclui-se que esta é uma tipologia que tem inúmeras características que se adequam à proposta de estudo a ser desenvolvido pelo

trabalho. Em todas as tipologias usuais apresentadas anteriormente, nota-se o grande peso da repetição dos módulos (UHs) e sub-módulos (banheiros) que configuram o projeto. Além disso, quando pensa-se em adotar os conceitos propostos para uma rede internacional de hotéis, multiplica-se inúmeras vezes a aplicação dos elementos padronizados a serem propostos. Com isso, tem-se uma vasta possibilidade de se exercitar o efetivo funcionamento da flexibilidade de aplicação dos conceitos de Produção em Série e possibilidade de Customização em Massa a serem propostos.

Usa-se como referência a rede internacional Accor de hotéis e flats, que está presente em mais de 4.000 endereços em todo o mundo, incluindo América do Norte, América Central, América do Sul, Europa, África, Oriente Médio, Ásia e Austrália. Só no Brasil e na América do Sul são mais de 130 endereços já implantados entre outros em fase de projeto e execução. A rede oferece 6 tipologias e categorias de meios de hospedagem, que se diferenciam no tipo e qualidade dos serviços, ambientes e equipamentos disponíveis (PINTO, 2007).

6.4 - Exemplos de Aplicação - Projetos e Execuções de Hotéis a partir da Utilização de Módulos Prontos

Diversos hotéis ou redes de hotéis já adotam a aplicação de módulos tridimensionais como módulo de projeto e execução. Em diferentes locais, como sistemas construtivos e categorias diversas, em todos os casos a proposição do módulo pronto foi adotada como um otimizador tanto do processo de projeto quanto de execução. Seguem alguns exemplos de obras já executadas a partir deste conceito de projeto.

6.4.1 - Hotel Hilton Palace Del Rio

Localizado na cidade de Santo Antônio, nos EUA, o Hotel Hilton Palace Del Rio é constituído por um centro de convenções e 21 andares tipo com 500 UHs. O

edifício é composto por um núcleo estrutural em concreto que abriga 06 elevadores e vigas metálicas que fazem o encaixe e conexão dos módulos tridimensionais executados em concreto leve que abrigam as UHs (ZACHRY, 2012).

O edifício foi construído pela empresa Zachry Construction Corporation em 1968 e concluído em 202 dias de obra, sendo que para a montagem dos módulos tridimensionais foram necessários apenas 46 dias. Cada módulo tridimensional foi completamente equipado e decorado ao chegar no canteiro de obras, antes de ser içado, incluindo a instalação de eletrodomésticos. Foram instalados aproximadamente 17 módulos por dia, os quais saíam de fábrica numerados e com uma escala de montagem vinculada a um cronograma de execução (Figura 6.4).



Figura 6.4 - Hotel Hilton Palace Del Rio.

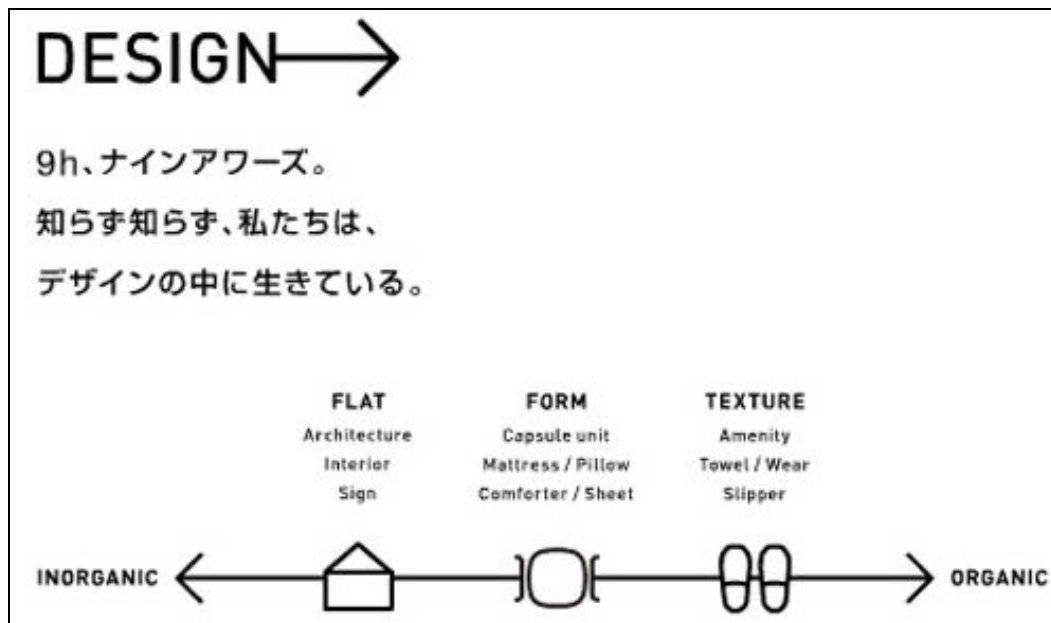
Fonte: ZACHRY, 2012

6.4.2 - 9 H - Nine Hours Capsule Hotel

Como um conceito inovador em relação à forma de hospedagem, o primeiro 9h - Nine Hours *Capsule Hotel*, idealizado pela empresa de *design Design Studio S*, foi inaugurado em 2009 na cidade de Shimogyo-ku, em Kyoto (DESIGN STUDIO S, 2012). A empresa *Design Studio S* que atua no desenvolvimento de produtos de diversos segmentos, trabalhou desde a parte conceitual da prestação de serviços (Figura 6.5), programação visual, desenvolvimento de uma linha de produtos específicos para os hóspedes (Figura 6.6), até a concepção do projeto e linha de montagem dos módulos tridimensionais de execução em fibra de vidro (Figura 6.7).



(a)



(b)

Figura 6.5 - Conceituação da proposta de hospedagem oferecida pelo 9H Capsule Hotel.

Fonte: DESIGN STUDIO S, 2012.



(a)



(b)



(c)

Figura 6.6 - Programação visual e linha de produtos oferecida pelo 9H Capsule Hotel.

Fonte: DESIGN STUDIO S, 2012.

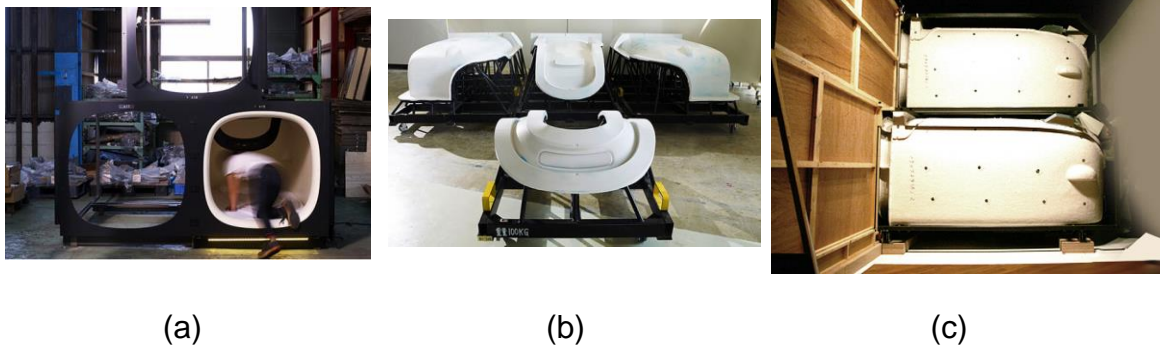


Figura 6.7 - Linha de montagem dos módulos tridimensionais do 9H Capsule Hotel.

Fonte: Design Studio S, 2012.

O primeiro hotel foi executado com nove pavimentos e 125 cápsulas, ou módulos tridimensionais que configuram UHs individuais. Pelo conceito proposto pelo hotel, a área de hospedagem composta pelas cápsulas que são divididas em setores feminino e masculino, deve ser utilizada apenas para o repouso e o hóspede pode passar nove horas hospedado entre *check in* e *check out* (Figura 6.8). Em um país onde espaço é artigo de luxo, a proposta é oferecer o espaço mínimo necessário para o hóspede dormir e fazer sua higiene pessoal. Além da área de hospedagem o hotel oferece banheiros coletivos e um *lounge* para os hóspedes.



(a)



(b)

Figura 6.8 - Setor de hospedagem do 9H Capsule Hotel.
Fonte: DESIGN STUDIO S, 2012.

6.4.3 - Lookotels

A proposta da rede de hotéis é oferecer um serviço de qualidade, com um baixo custo para o hóspede. Para tanto, a rede apostou em um projeto modular, padronizado, auto-suficiente energeticamente e que pudesse ser reproduzido em diferentes localidades. Inicialmente foram construídas 10 unidades na Espanha e há um projeto de construção de unidades em outros países da Europa.

O projeto do escritório de arquitetura Requena y Plaza é composto por módulos pré-fabricados tridimensionais, auto-portantes e auto-suficientes em concreto leve com áreas variando de 9,7m² a 12m² (Figuras 6.9 e 6.10). A geometria dos módulos que são encaixados, já prontos, em uma estrutura auxiliar de concreto é usada como partido arquitetônico da edificação (LOOKOTELS, 2012).



Figura 6.9 - Fachada do Lookotel composta pelos módulos tridimensionais.
Fonte: LOOKOTELS, 2012



Figura 6.10 - Fachada do Lookotel composta pelos módulos tridimensionais.

Fonte: LOOKOTELS, 2012

O primeiro edifício com 100 UHs foi construído em apenas 6 meses e inaugurado no final de 2010. Com a padronização, produção em série e otimização de uso de recursos energéticos foi possível reduzir o tempo de execução em 50%, o consumo de energia em 30% e os custos operacionais em 70%, já que o hotel é todo automatizado, necessitando de um reduzido número de funcionários (LOOKOTELS, 2012).

UMA PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA SISTEMATIZAÇÃO DE PROJETO MODULADO COM APLICAÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

"Pode-se definir a expressão "processo projetual" como a sequência de etapas a serem seguidas para atingir determinado objetivo. É importante considerar que o processo projetual é um guia, uma proposta de roteiros flexível e adaptável a cada tipo de projeto, não um fator limitante e rígido. Outro ponto importante é que ele atua como instrumento de trabalho, não sendo garantia do sucesso do projeto." (PICCOLI; ROMANO, 2011)

7.1 – Considerações iniciais

Um Processo de Desenvolvimento de Projeto, seja de um novo produto, um automóvel ou uma edificação, abrange a sistematização de uma série de etapas que serão determinantes para o sucesso do resultado final. Para cada um dos exemplos citados anteriormente: um novo produto, um automóvel ou uma edificação, abrem-se diversos direcionamentos, de acordo com as particularidades de cada elemento a ser projetado.

Pensando na edificação, foco deste trabalho, antes mesmo de elaborar uma determinada sistematização ou metodologia de projeto, tem-se uma série de definições a tomar que irão influenciar consideravelmente no caminho a percorrer para o Desenvolvimento do Projeto. Qual o perfil da edificação? Tipologia, tipo de uso e usuário, sistema construtivo a ser adotado, geometria ou volumetria construtiva, local e topografia do terreno? Enfim, percebe-se que as variantes que determinam o perfil de cada edificação são tantas que seria inviável falar em uma diretriz ou metodologia de projeto única para edificações em geral. Talvez esta seja a grande dificuldade de se trabalhar com metodologias de projeto neste setor, a generalização. A proposta deste trabalho é utilizar as ferramentas existentes para a sistematização do processo de projeto, porém de forma substancialmente

direcionada para uma proposta específica de edificação, sistema estrutural e construtivo.

Como exposto no Capítulo 2, mesmo as metodologias de Desenvolvimento de Produto existentes na literatura, nem sempre se aplicam completamente ao desenvolvimento de determinado produto. Muitas vezes são adotadas em conjunto com outras metodologias ou têm algumas etapas suprimidas ou aplicadas em uma sequência diferente da proposta por seu autor.

Salienta-se que a simples definição de uma sistematização ou metodologia de trabalho não é garantia do sucesso do projeto e consequente execução da obra. É importante entender e pensar o processo projetual, aliado ao processo construtivo, e como um mecanismo dinâmico que deve ser retro-alimentado e modificado quando necessário para ser efetivamente eficaz em sua aplicação.

7.2 – Perfil do Projeto a ser Sistematizado - Tipologia, Uso, Sistema Estrutural e Sistema Construtivo

Como tipologia de projeto a ser sistematizado neste trabalho, propõe-se a adoção de edificação de caráter repetitivo. Conforme exposto no Capítulo 5, considera-se edificação de caráter repetitivo, aquela onde além da modulação, é adotada a padronização e utilização de um mesmo elemento, ou conjunto de elementos, o maior número de vezes possível.

Optou-se por trabalhar com esta tipologia, pois acredita-se que a adoção de um sistema de padronização e repetição de elementos irá contribuir para a aplicação dos demais conceitos a serem adotados no desenvolvimento das diretrizes de projeto, tais como: Produção em Série e Customização em Massa. A proposta é aproximar a sistematização das etapas de projeto e execução do que ocorre nas linhas de produção em série. Assim, propõe-se trabalhar com processos e sistemas construtivos que permitam realizar a grande maioria das etapas da

execução em fábricas, minimizando os processos de construção no canteiro de obras e substituindo-os por processos de montagem, sempre que possível.

Desta forma, propõe-se a sistematização do projeto de edificação de caráter repetitivo a ser executada a partir do conceito de "Construção Industrializada" proposto no capítulo inicial deste trabalho sendo: "...obras nas quais utiliza-se uma grande maioria, se não a totalidade, de produtos e processos que envolvam níveis significativos de industrialização. Considerando assim, a utilização de materiais e sistemas construtivos totalmente produzidos em indústrias, linhas de produção em série, com significativos níveis de tecnologia e controle de qualidade aplicados. Desta forma, tende-se a adotar produtos pré-fabricados ou prontos para serem finalizados, montados e/ou encaixados na obra, com a utilização de equipamentos, ferramentas, técnicas e processos também industrializados e mão-de-obra qualificada."

Dentre as tipologias de edificações de caráter repetitivo apresentadas no Capítulo 5 deste trabalho, optou-se por trabalhar com uma das tipologias na qual é possível adotar a repetição de um módulo pronto, o projeto de hotéis da categoria econômica. A escolha deve-se ao fato de que esta tipologia permite um maior controle de qualidade e maior produtividade visto que, o montante de trabalho executado e finalizado em fábrica, é significativamente maior do que nas demais tipologias apresentadas. Aliado a isso, ressalta-se o fato de que a tipologia arquitetônica escolhida se adéqua perfeitamente à adoção de um módulo tridimensional de projeto e conseqüentemente de execução.

Cabe ressaltar o que se vai chamar aqui de "Construção Modular", devido à ambigüidade que tal termo pode assumir em diferentes abordagens. No Brasil é recorrente a utilização deste termo para identificar projetos e obras onde há adoção do conceito de Coordenação Modular. Conceito este, fundamental para

todo e qualquer projeto ou obra onde busca-se utilizar a padronização e industrialização como formas de racionalização da construção.

Um projeto elaborado a partir do conceito da coordenação modular não necessariamente é um projeto onde haverá repetição de elementos ou a adoção de um módulo tridimensional de projeto. Neste caso o módulo utilizado diz respeito a uma medida pré-definida, adotada dentro de uma malha modular que direciona o projeto, dentro do qual toda e qualquer dimensão é definida a partir do "módulo" (medida) de projeto.

Paralelamente, um projeto desenvolvido a partir da definição e repetição de um módulo construtivo tridimensional, enquanto objeto de padronização e industrialização, deverá ser desenvolvido por meio de uma malha modular de projeto. Portanto, diferencia-se aqui o termo "módulo" enquanto definidor de uma medida ou dimensão a ser repetida em projeto, do termo "módulo" enquanto definidor de uma "célula tridimensional" de projeto e execução de uma edificação. Neste trabalho será adotado o termo módulo de acordo com esta última definição, ou seja, célula tridimensional de projeto e execução.

Internacionalmente, o termo "Construção Modular" é usado para identificar uma construção projetada e executada a partir da definição e consequente acoplamento de módulos tridimensionais de projeto e execução. Portanto, adota-se neste trabalho o termo "Construção Modular" para identificar este tipo de edificação, conforme diversos exemplos já citados nos Capítulos 5 e 6 deste trabalho, em diferentes aplicações.

Para Gassel e Roders (2006) "Construção Modular" define um método de projeto e construção no qual adotam-se estruturas tridimensionais projetadas e pré-fabricadas na indústria que serão transportadas para serem acopladas ou montadas em uma estrutura auxiliar no canteiro de obras (Figura 7.1). Além disso,

a construção modular deve ser pensada a partir de uma série de procedimentos e características como:

- O módulo construtivo é projetado a partir da coordenação modular e define uma malha dimensional para a edificação.
- Os módulos devem ser dimensionados de acordo com os veículos de transporte disponíveis e o trajeto a ser percorrido entre a fábrica e o canteiro de obras.
- A mão-de-obra deve ser qualificada para o tipo de montagem a ser executada tanto em fábrica, quanto no canteiro de obras.
- Os módulos devem ser acoplados entre si ou em uma estrutura auxiliar preferencialmente por meio de conectores e ligações a seco e previamente definidas.
- A fábrica deve contemplar um espaço de estoque para os módulos prontos até que os mesmos sejam transportados para a obra, de acordo com cronograma pré-definido.
- Os módulos devem ser projetados e fabricados de acordo com a demanda de mercado para cada tipologia de projeto.
- O módulo tridimensional deve possibilitar a utilização em diferentes projetos e até mesmo o reaproveitamento na execução de edificação análoga ou similar à do projeto original.

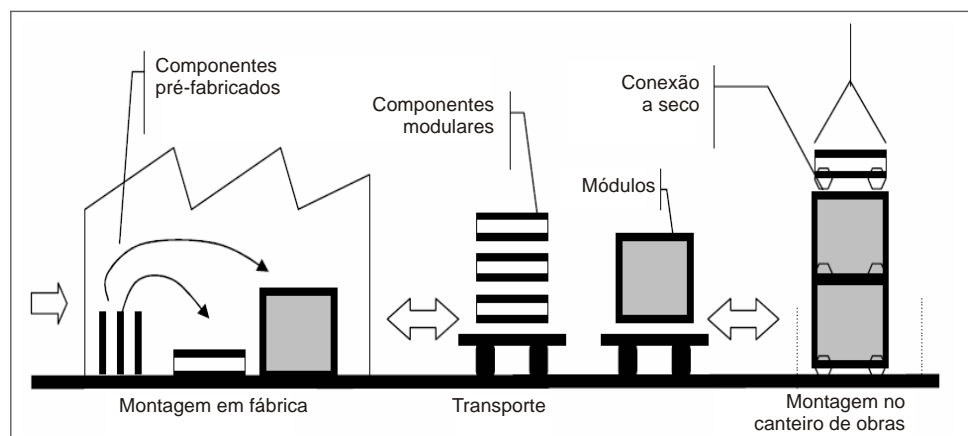


Figura 7.1 - Sistema de produção esquemático para "Construção Modular"
Fonte: GASSEL; RODERS (2006)

A adoção de tal metodologia e processo de projeto e execução proporciona maior controle e qualidade das condições de fabricação dos módulos em fábrica e conseqüentemente uma maior racionalização e qualidade na montagem e execução da obra (MBI, 2010). Além do aprimoramento qualitativo, há um efetivo ganho na produtividade em relação a uma obra convencional já que algumas etapas podem ser realizadas simultaneamente, como mostra o esquema apresentado na Figura 7.2.

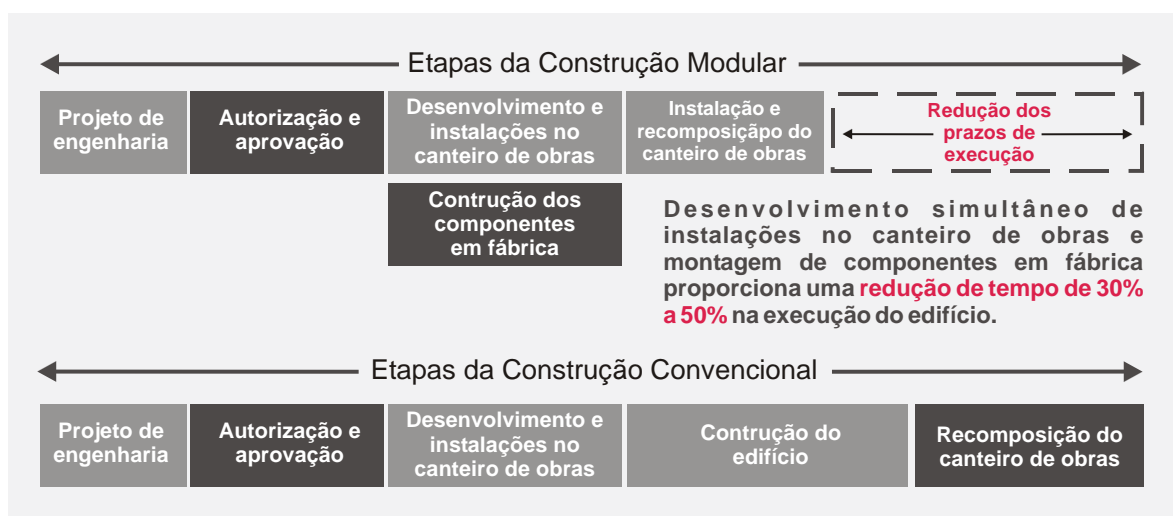


Figura 7.2 - Redução no cronograma de execução de obra com a utilização da Construção Modular.

Fonte: MBI, 2010.

Destaca-se também como grande vantagem deste sistema construtivo e um dos motivadores da utilização do mesmo como objeto de estudo neste trabalho, a possibilidade de aproveitamento da tecnologia e sistematização de projeto desenvolvida para diferentes edificações. Assim, após o desenvolvimento, aplicação, testes e aperfeiçoamento de um processo de projeto e execução, por meio da retroalimentação, pode-se reutilizá-lo em outras tipologias arquitetônicas. Uma "Construção Modular" desenvolvida para um Hotel Econômico como a

proposta neste trabalho, pode ser adaptada e redimensionada para um hotel de outra categoria, um hospital ou um edifício comercial por exemplo.

Como categoria de uso para as diretrizes a serem desenvolvidas, propõe-se a tipologia de Hotel, na categoria Econômico, conforme conceitos e classificações expostos no capítulo anterior. Tal tipologia foi escolhida pelo fato de apresentar uma série de características favoráveis à sistematização das diretrizes de projeto a serem propostas. Algumas destas características, configuram-se automaticamente como pontos determinantes de diretrizes de projeto específicas, conforme será exposto na sequência. Como alguns dos pontos mais relevantes desta tipologia para aplicação dos conceitos a serem propostos destaca-se:

- A área habitacional desta categoria de Hotel, caracteriza-se como item de maior importância do projeto na concepção e conceituação, além de representar grande impacto econômico no valor total do empreendimento.
- Caracteriza-se pela adoção de andar-tipo, que representa 65% a 85% da área total do edifício (LEITE, 2005).
- Na grande maioria dos projetos quase a totalidade das UHs é padronizada, excluindo-se apenas 1% a 2% das mesmas que devem ser adaptadas para portadores de necessidades especiais de acordo com a norma NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).
- As adaptações para portadores de necessidades especiais podem ser feitas em módulos muito semelhantes aos padronizados, com pequenas alterações dimensionais.
- A UH configura-se como módulo tridimensional de projeto e execução, com sub-módulo incluído, caracterizado pelo banheiro.
- Em todas as principais configurações de plantas tipo indicadas para esta categoria, as UHs representam de 65% a 80% da área total do pavimento, conforme exposto nas Tabelas 6.4, 6.5 e 6.6.

- Em todas as principais configurações de plantas tipo indicadas para esta categoria, as UHs ocupam o perímetro externo do pavimento, facilitando a execução a partir do acoplamento de módulos prontos tridimensionais.
- A posição periférica das UHs no pavimento tipo facilita questões de projeto e execução relativas à ventilação e iluminação do módulo, processo de transporte, içamento e acoplamento do módulo na obra, conexões e esperas de instalações e acabamentos e revestimentos de fachada.

7.3 – Sistematização de Diretrizes para Projeto Modular com Aplicação da Customização em Massa

A pesquisa desenvolvida na fase inicial deste trabalho e exposta nos capítulos anteriores, teve como objetivo formar uma base de dados consistente para a proposição de diretrizes para a sistematização de um projeto modular com a aplicação dos conceitos da Customização em Massa. As informações levantadas foram intercaladas de forma a possibilitar a aplicação dos conceitos de Desenvolvimento de Produto, Produção em Série e Customização em Massa na sistematização das diretrizes de projeto a serem propostas, com o objetivo de otimizar o processo de projeto e conseqüentemente a posterior execução da obra.

Como foi exposto anteriormente, a solução construtiva escolhida já foi adotada em diversos projetos, tipologias e sistemas estruturais variados de outros países. A proposta neste caso, é sistematizar diretrizes para uma tipologia e sistema estrutural específicos e, além disso, aplicar os conceitos acima descritos com o objetivo de promover uma otimização do processo de projeto que proporcione maior racionalização e eficiência na execução da obra.

Mais do que isso, a proposta é que as diretrizes desenvolvidas, após sua validação e retroalimentação, possam ser repetidas e aprimoradas em projetos similares. Tal similaridade pode ocorrer tanto no que diz respeito à tipologia

arquitetônica e construtiva escolhida (projetos de hotéis), quanto em tipologias arquitetônicas compatíveis com a mesma. Desta forma, a sistematização do sistema construtivo a partir dos conceitos da Produção em Série pode ser efetivamente viável não só na tipologia proposta neste trabalho: Hotéis da categoria Econômica, como outras similares.

Com isso, é possível expandir a aplicação do conceito de Customização em Massa que ultrapassa a possibilidade de customização de Hotéis a serem projetados para diferentes locações e se expande para tipologias arquitetônicas diversas. A partir do momento que se tem uma sistematização bem fundamentada para o processo de projeto modular a ser proposto e a possibilidade de customização é aferida, pode-se aplicá-la modificando a volumetria dos módulos para adotá-los em outros projetos.

Deste modo, a sistematização proposta poderá ser aplicada por exemplo em projetos de hospitais e edifícios comerciais, nos setores de projeto que tem características semelhantes aos pavimentos tipos dos hotéis. O módulo que em um primeiro momento foi pensado para abrigar uma UH com seu sub-módulo (banheiro) pode ser alterado para abrigar uma suíte do hospital ou uma sala comercial por exemplo.

Uma das premissas que norteiam o desenvolvimento das diretrizes para o projeto arquitetônico e sistema construtivo, neste trabalho, é direcionar a solução de um módulo tridimensional satisfatório tanto em termos de espaço e funcionamento quanto de sua qualidade construtiva. Para um projeto que pretende ser viável em implantações diversas, seja em diferentes cidades, climas ou topografias é imprescindível que apesar de ser concebido dentro dos preceitos da padronização o mesmo possua um grau de flexibilidade que possibilite implantações em terrenos variados.

Em cada nova implantação, o estudo preliminar deve ser desenvolvido e adaptado de acordo com a topografia e entorno onde a obra será executada. Para tanto, deve-se estabelecer um programa arquitetônico mínimo, baseado em alguns condicionantes de projeto que serão específicos para cada nova implantação. Além disso, é necessário que o sistema construtivo seja flexível em relação aos sistemas de fechamento, acabamento e esquadrias, por exemplo, possibilitando a adequação aos mercados e climas locais de cada nova implantação.

As diretrizes de sistematização de projeto a serem propostas aqui, se concentrarão no pavimento tipo do projeto de hotéis, sua articulação vertical e na forma de conexão e encaixe dos módulos tridimensionais que configuram este pavimento, as UHs. O programa arquitetônico das demais áreas que compõem o hotel, que na grande maioria das vezes fica concentrado nos primeiros e/ou últimos pavimentos da edificação, poderá variar de acordo com as necessidades de cada implantação. A vinculação entre a área do pavimento tipo a ser sistematizada e as demais áreas se dará pelo(s) núcleo(s) de circulação vertical e será parcialmente delimitada pela área de projeção deste pavimento. A própria área de projeção do pavimento poderá assumir diferentes configurações e arranjos de acordo com a área disponível para projeto e as indicações formais de projeto indicadas para este setor do hotel, ver Tabelas 6.4, 6.5 e 6.6.

7.3.1 – Sistematização de Diretrizes para Projeto Arquitetônico de Hotéis Econômicos

"O projeto configura uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução." (MELHADO, 1994)

As diretrizes a serem propostas neste trabalho visam sistematizar o processo do projeto arquitetônico com foco na Construção Industrializada, conforme conceito definido no início deste trabalho. Desde a concepção inicial, o processo de projeto deverá ter como foco não só a definição formal da edificação, mais também a determinação de tecnologias, sistemas e processos executivos e as fases de execução dos mesmos.

O projeto deve ser concebido especificamente para o sistema construtivo proposto e, desde as primeiras etapas, considerar o projeto simultâneo e a compatibilização de componentes e sistemas, já analisando inclusive as etapas e procedimentos de execução da obra, o que caracteriza o projeto para produção, fundamental para a efetiva racionalização da execução. O projeto para produção configura-se por um conjunto de elementos de projeto elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção da obra e, segundo Melhado (1994), deve conter as definições de:

- Disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço;
- Uso de equipamentos;
- Arranjo e evolução do canteiro;
- Dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

De acordo com Crasto (2005), o papel essencial do projeto para a produção é encontrar soluções construtivas para determinado projeto concebido e para uma tecnologia específica. Deve-se inserir condicionantes de racionalização e construtibilidade, a fim de dar suporte à atividade de execução, por meio de um processo de produção seriado e definido, permitindo o seu controle, garantindo a qualidade desejada para o produto e redução dos custos e desperdícios.

Para tanto, busca-se desmistificar algumas características relativas a construção civil que, segundo Meseguer (1991), dificultam a transposição de ferramentas da produção industrial e racionalização para a mesma, conforme exposto no Capítulo 5 deste trabalho:

- **A construção civil é uma indústria de caráter nômade** - o caráter nômade diz respeito ao fato de cada obra ser executada em um local diferente. Entretanto, a sistematização de projeto e execução de uma obra pode e deve ser aproveitada para o aprimoramento de outras. Além disso, a utilização de componentes padronizados e industrializados permite o aproveitamento de componentes e sistemas desenvolvidos para uma determinada obra em outras, racionalizando os processos de execução e aprimorando a qualidade final.
- **Seus produtos são únicos e não seriados** - com a industrialização de componentes e sistemas e a sistematização de processos, consegue-se a produção seriada não só de produtos como de processos e procedimentos nas etapas de projeto e execução.
- **Sua produção é centralizada, não se aplicando conceitos de produção em linha** - a produção em linha pode ser implementada não só com a utilização de elementos e sistemas industrializados em diversas obras, como com a repetição de edifícios padronizados e customizáveis.
- **Sua produção é realizada sob intempéries** - a produção e componentes e sistemas em fábrica para serem montados no canteiro reduz consideravelmente as etapas de execução a serem realizadas sob intempéries.
- **Utiliza mão-de-obra intensiva, com pouca qualificação e com alta rotatividade** - novamente a industrialização e aumento dos procedimentos e etapas realizados em fábrica ameniza esta questão. Entretanto, para os procedimentos que necessariamente tem que ser realizados no canteiro é

necessário que ocorra uma qualificação intensiva da mão-de-obra, o que contribui para a diminuição da rotatividade.

- **Possui grande grau de variabilidade dos produtos** - a partir do momento em que se trabalha com maior percentual de componentes e sistemas industrializados e padronizados é possível diminuir a variabilidade dos mesmo.
- **Possui pouca especificação técnica** - o grau e tipo de especificação técnica de produtos, processos e procedimentos de execução estão diretamente relacionados com o nível de industrialização aplicado à construção.
- **Seu produto geralmente é único na vida do usuário** - este dado é variável de acordo com o perfil de usuário, no caso do usuário comercial e empresarial tal afirmação não se aplica em todos os casos.
- **Possui baixo grau de precisão, se comparado com as demais indústrias** - o grau de precisão está diretamente relacionado com o grau de industrialização e aumenta proporcionalmente com o mesmo.

Portanto, a sistematização do processo de projeto arquitetônico deverá considerar além das diretrizes específicas da tipologia de uso, aspectos que, segundo Girmscheid e Scheublin (2010), estão diretamente relacionados com a industrialização, como exposto no 1º capítulo deste trabalho, tais como:

- Uso de força e ferramentas mecânicas;
- Uso de ferramentas e sistemas de gerenciamento informatizados;
- Processo contínuo de produção;
- Aprimoramento contínuo de eficiência e qualidade;
- Padronização de produtos;
- Pré-fabricação;
- Racionalização;
- Modularização.

Aliado ao entendimento dos aspectos relativos à industrialização do processo, o projeto deve ser pensado especificamente para ser concebido e executado com sistema estrutural metálico e demais subsistemas compatíveis com o mesmo. Neste sentido, Coelho (2004) ressalta alguns aspectos que devem ser considerados ao desenvolver um projeto para ser executado em aço:

- a) Repensar os parâmetros tradicionais de projeto, item em que são exemplos o módulo básico vinculado à produção industrial da estrutura e os vãos compatíveis com as deformações admissíveis dos demais materiais;
- b) Estudar e compreender as propriedades e características do aço e dos materiais complementares;
- c) Definir antecipadamente os subsistemas que, junto com a estrutura, permitirão manter o grau de industrialização da construção;
- d) Incorporar à arquitetura detalhes construtivos eficientes para as interfaces entre a estrutura e os fechamentos, entre outros.

O processo de concepção de um empreendimento, desde a identificação de uma necessidade pelo cliente inicial até a entrega do mesmo para o usuário final e a retroalimentação a partir dos resultados aferidos no pós-ocupação, abrange uma série de etapas distintas. Para o sucesso do empreendimento e efetiva racionalização dos processos, principalmente na execução, é fundamental que ocorra uma interface eficiente entre as etapas do processo de projeto e execução.

Fabício (2002) identifica etapas em que tal interface deve ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento das etapas de projeto, e outras em que a interface pertencerá aos procedimentos de retroalimentação do processo (Figura 7.3). Devido a extensão e complexidade do processo de concepção da edificação e a impossibilidade de trabalhar com algumas das etapas (como necessidades do cliente, execução e pós-ocupação), este trabalho aborda as etapas referentes ao

Projeto do Produto e Projeto para Produção e suas respectivas interfaces i2 e i3, de acordo com a Figura 7.3.

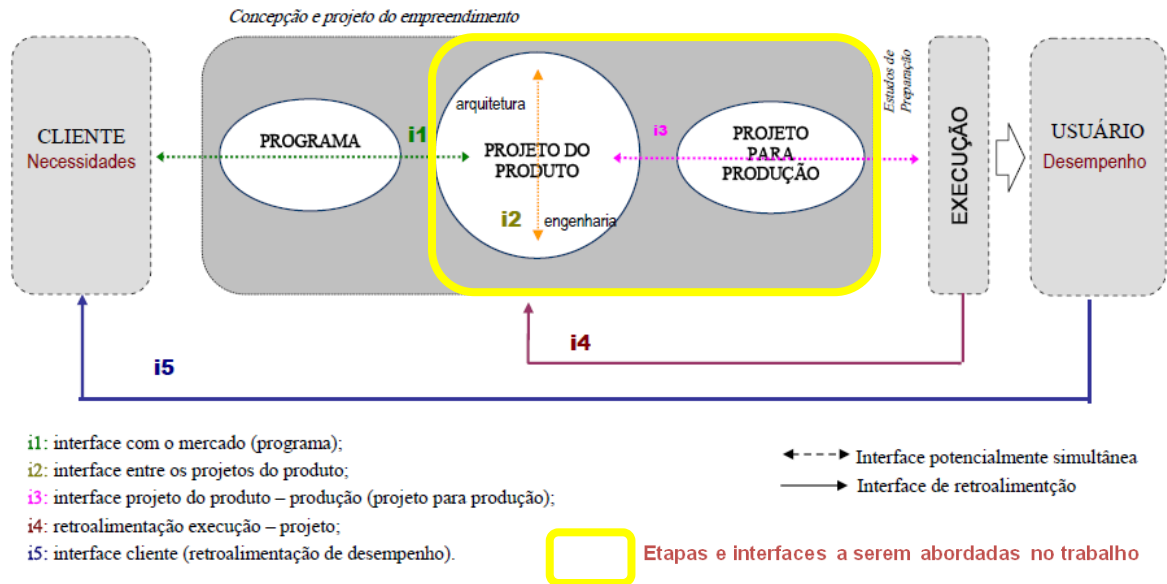


Figura 7.3 - Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.

Fonte: FABRÍCIO, 2002.

Tratando-se da Construção Industrializada, com sistema estrutural em aço e a proposta de Construção Modular proposta neste trabalho, onde a produtividade e racionalização da execução dependem fundamentalmente da eficácia destas etapas de projeto, tais interfaces são fundamentais. Fabrício (2002) descreve as interfaces i2 e i3 como:

- **i2** - Interface entre os projetistas de especialidades é clássica e se relaciona com a coordenação na atuação dos projetistas e no desenvolvimento de diferentes disciplinas de projeto.
- **i3** - Interface que está relacionada à construtibilidade dos projetos e à elaboração de projetos para produção que resolvam, antecipadamente e de

forma concomitante com as especificações do produto, os métodos construtivos dos subsistemas da obra.

Conforme citado anteriormente, no Capítulo 3, Romano (2003) divide o Processo de Projeto de Edificações em oito fases distintas, sendo que cinco destas configuram a chamada etapa de Projetação (Figura 7.4). Esta etapa compreende as fases de elaboração dos projetos onde pode-se encaixar as fases de "Projeto do Produto" e "Projeto para Produção" representadas na Figura 7.3 de acordo com Fabrício (2002).



Figura 7.4 - Fases do processo de projeto de edificações.

Fonte: ROMANO, 2003

A etapa de projeção caracteriza-se por uma sucessão de diferentes fases "em níveis crescentes de detalhamento de forma que a liberdade de decisões entre alternativas vai sendo substituída pelo amadurecimento e desenvolvimento das soluções adotadas ao mesmo tempo em que o projeto caminha da concepção arquitetônica para o detalhamento dos projetos de especialidades" (FABRÍCIO; BRIA; MELHADO, 1994).

De acordo com o modelo proposto por Romano (2003) e apresentado na Figura 7.4, as fases da etapa de Projetação podem ser descritas como:

- **Projeto Informacional** - fase de desenvolvimento onde se evolui das necessidades dos clientes, passando pela definição dos requisitos dos clientes e sua conversão em requisitos do projeto, até as especificações do projeto.
- **Projeto Conceitual** - fase mais importante no processo de projeto de um produto, é onde se gera, a partir de uma necessidade detectada e esclarecida, uma concepção para o produto que atenda da melhor maneira possível esta necessidade, sujeita às limitações de recursos e às restrições de projeto. Em linhas gerais, pode-se dizer que esta fase divide-se em duas partes: análise (ponto de partida no campo do abstrato, análise funcional, decomposição) e síntese (composição, síntese das soluções, resultado mais próximo do campo concreto).
- **Projeto Preliminar** - a partir da concepção do produto, o projeto é desenvolvido, de acordo com critérios técnicos e econômicos e à luz de informações adicionais, até o ponto em que o projeto detalhado subsequente possa conduzir diretamente à produção. Nessa fase o modelo do produto evolui da concepção ao layout definitivo do produto, onde uma verificação clara da função, durabilidade, produção, montagem, operação e custos possa ser feita.
- **Projeto Detalhado** - a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes devem ser finalmente fixadas. Da mesma forma a especificação dos materiais e a viabilidade técnica e econômica devem ser reavaliadas. O modelo de produto é expresso pela documentação completa necessária à produção do produto projetado.

Para sistematização das diretrizes do projeto arquitetônico, considera-se neste trabalho, as fases de processo de projeto de edificações propostas por Romano (2003) na etapa Projetação.

A etapa Pré-projetação não será abordada devido as seguintes questões:

- O item Planejamento do Empreendimento e necessidades do cliente não se aplica, já que o tipo e categoria de edificação a ser abordado já foi pré-definido.
- O Plano do Projeto e programa arquitetônico não se aplica, visto que este trabalho aborda apenas as questões referentes ao pavimento tipo da edificação. Concentra-se no desenvolvimento da sistematização das diretrizes do projeto do sistema construtivo dos módulos e as questões referentes à interligação dos módulos e destes com as circulações verticais e horizontais do pavimento e com o restante da edificação. Os demais pavimentos e elementos do programa arquitetônico não serão abordados, pois a proposta é desenvolver a sistematização do módulo padrão, suas interfaces arquitetônicas e construtivas na configuração do pavimento tipo, de forma que esta solução possa ser customizada e implantada em diferentes soluções arquitetônicas. Portanto, a solução desenvolvida para o módulo pronto/pavimento tipo poderá ser integrada em diferentes soluções com programas arquitetônicos variados.

A etapa Pós-projeção não se aplica ao conteúdo do trabalho já que pré-supõe a execução da obra na fase de Acompanhamento da Obra e a obra concluída e ocupada na fase Acompanhamento do Uso.

Portanto, serão abordados aqui inicialmente, aspectos referentes aos dados de entrada comuns a qualquer tipo de projeto de edificações. Tais dados serão tratados a partir da definição de que será adotada uma solução em estrutura metálica, com características e processos pertinentes à construção industrializada. A partir de tais definições, serão tratadas as questões específicas para a tipologia escolhida, projeto de hotéis, à luz dos conceitos de Construção Modular, Produção em Série/Projeto de Produto e Customização em Massa, conforme proposta inicial deste trabalho. Na figura 7.5 apresenta-se um organograma que ilustra os principais itens a serem abordados, sua sequência de desenvolvimento e os links

e interfaces que foram considerados no decorrer deste trabalho até o desenvolvimento da Sistematização de Diretrizes de Projeto a ser proposta a seguir.

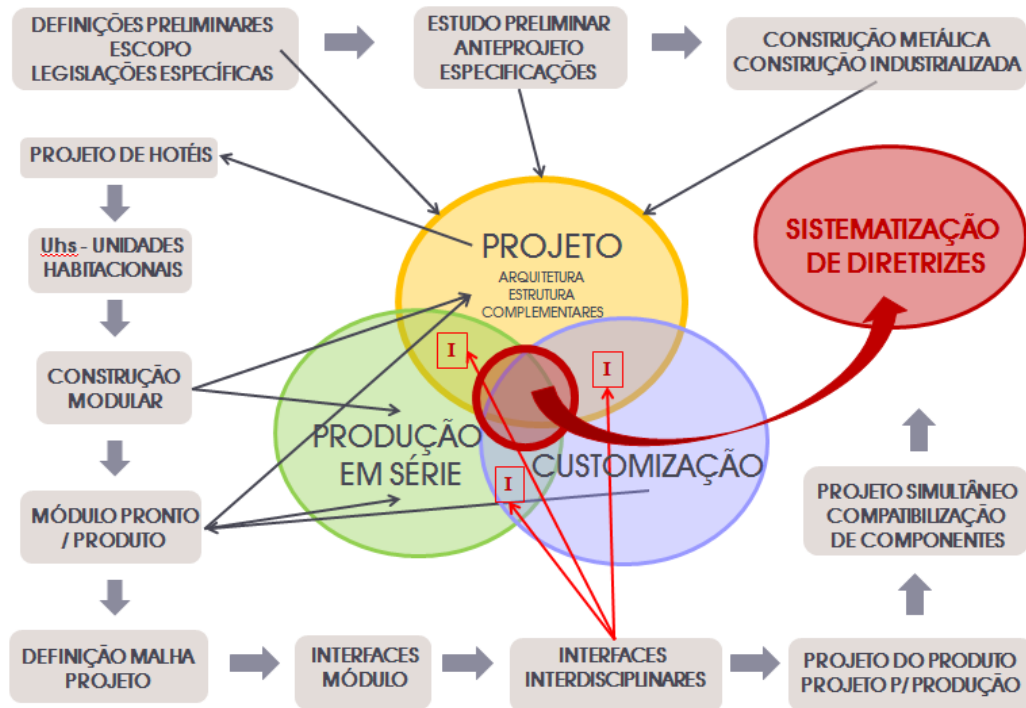


Figura 7.5 - Organograma sequencial para desenvolvimento da Sistematização de Diretrizes de Projeto.

Na Sistematização de Diretrizes de Projeto, serão destacadas em cada fase da etapa *Projeção*, as questões referentes à introdução dos conceitos e metodologias de Projeto de Produto e Customização em Massa no processo de desenvolvimento do projeto e respectivo sistema construtivo. O objetivo é direcionar o trabalho dos profissionais envolvidos para soluções mais eficientes que permitam a racionalização do processo produtivo.

Na figura 7.6 apresenta-se as etapas da fase projeção a serem abordadas no desenvolvimento da Sistematização de diretrizes de projeto.



Figura 7.6 - Etapas da fase projeção a serem abordadas no desenvolvimento da Sistematização de diretrizes de Projeto.

7.3.2 – Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Informacional

Para esta fase, os dados referentes às Necessidades e Requisitos do Cliente serão suprimidos, visto que os Requisitos de Projeto que resultariam destes, serão os definidos a partir do levantamento de dados realizado ao longo deste trabalho.

Portanto, considera-se aqui como Requisito de Projeto o desenvolvimento de uma solução padrão para o Núcleo de Pavimentos Tipo de Hotel (Figura 7.8), categoria Econômico a partir de módulos tridimensionais industrializados.

Os módulos são pensados como um produto pronto, industrializado, com sistema construtivo em aço, contemplando o dimensionamento necessário para uma UH (quarto e instalação sanitária) de Hotel na categoria Econômico, incluindo-se as

soluções necessárias de interfaces, ligações e conexões para a elaboração de pavimentos tipo com diferentes configurações de plantas.

A montagem dos módulos deve ser pensada, a partir da utilização de uma estrutura principal em aço, de forma a possibilitar uma maior verticalização das soluções propostas. Desta forma, tem-se uma estrutura principal de encaixe e consequente travamento dos módulos que será ligada simultaneamente às soluções propostas para a circulação vertical e horizontal.

Com a necessidade de desenvolver soluções mais verticalizadas, a solução proposta para esta estrutura auxiliar pode ser redimensionada alterando-se a espessura dos perfis ou até mesmo a dimensão das seções dos mesmos.

É importante ser observada a questão dos eixos de projeto/modulação dos projetos arquitetônico e estrutural. Ambas não podem ser coincidentes, devendo o eixo de projeto arquitetônico facear os perfis estruturais, interna ou externamente. Indica-se que a arquitetura seja pensada de forma a envelopar a estrutura, faceando-a externamente, desta forma é possível aproveitar a espessura dos perfis estruturais para realizar isolamentos/tratamentos termo-acústicos, com fechamento interno em painel a definir.

As propostas de interfaces, ligações e conexões devem contemplar as soluções para as uniões conforme apresentadas na figura 7.7.

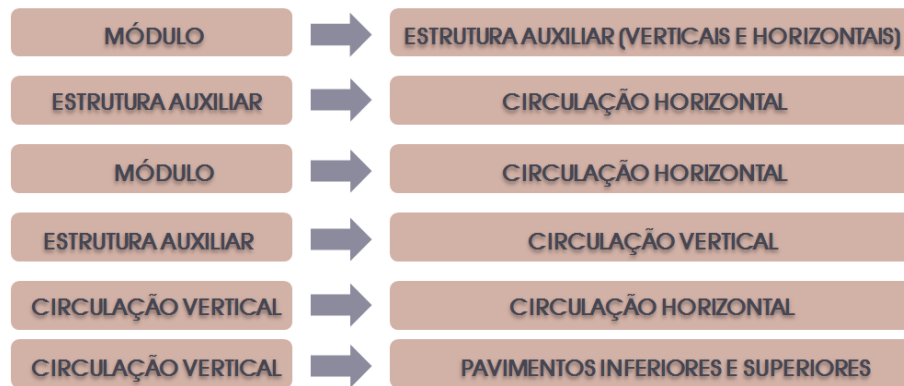


Figura 7.7 - Interfaces a serem contempladas e definidas a partir da Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Informacional

Considera-se Pavimentos Inferiores (Figura 7.8), os pavimentos abaixo do primeiro pavimento tipo, cuja dimensão, tipologia de planta e programa arquitetônico poderá variar de acordo com cada projeto desenvolvido. Desta forma, para cada nova implantação, os Pavimentos Inferiores poderão ter diferentes números de pisos, configuração formal e até mesmo estrutural, no caso da edificação ser pensada em estrutura mista. O dimensionamento do mesmo dependerá não só do programa arquitetônico, como de questões referentes à topografia e legislação local. Normalmente concentram-se nestes pisos as atividades de atendimento e recebimento do público, serviços, alimentação, lazer e estacionamento. Esta proposta facilita também a adaptação do sistema desenvolvido para diferentes tipos de uso, como edifícios comerciais ou hospitais por exemplo.

Considera-se Pavimentos Superiores (Figura 7.7), os pavimentos acima do último pavimento tipo, cuja dimensão, tipologia de planta e programa arquitetônico poderá variar de acordo com cada projeto desenvolvido. O dimensionamento do mesmo dependerá não só do programa arquitetônico, como de questões técnicas e referentes à legislação local. Normalmente concentram-se nestes pisos

instalações técnicas como casas de máquinas, reservatórios de água e/ou instalações de lazer. Esta proposta facilita também a adaptação do sistema desenvolvido para diferentes tipos de uso, como edifícios comerciais ou hospitais por exemplo.

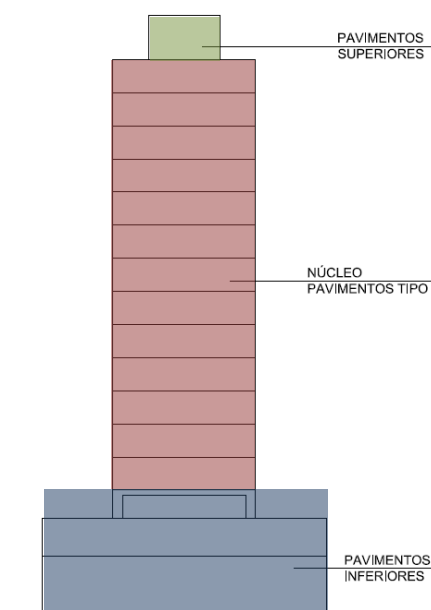


Figura 7.8 - Setorização da edificação a partir da configuração/tipo de uso dos pavimentos

É fundamental, que os projetos arquitetônico e estrutural e todas as soluções referentes ao sistema construtivo, sistemas de fechamento e esquadrias, interfaces, ligações e conexões sejam pensados e desenvolvidos a partir de uma malha modular pré-definida. Deve-se considerar um reticulado modular baseado no módulo fundamental de 100mm e a partir deste definir uma malha maior de projeto, a fim de facilitar o trabalho, que seja referenciada no módulo fundamental.

A utilização de uma malha de 1200mm x 1200mm para lançamento inicial do projeto nesta fase configura-se como uma solução viável e que permitirá maior flexibilidade nas definições e especificações futuras. Esta malha é múltipla do

módulo fundamental e dos módulos de 400mm e 600mm que aparecem como dimensões de referência para diversos itens a serem especificados e utilizados no projeto, tais como: perfis metálicos, sistemas de transporte, sistemas de fechamento, sistemas de esquadrias e diversos de seus componentes como placas de gesso acartonado, placas cimentícias, formas metálicas, chapas de madeira prensada, painéis sanduiche, entre outros.

Assim, permite-se que nas fases seguintes o projeto tenha flexibilidade em relação à especificação e/ou substituição de alguns destes elementos, sem que seja necessário fazer alterações na modulação inicial. Além disso, possibilita-se a customização de implantações futuras do projeto proposto a partir da troca ou substituição de alguns destes elementos.

A partir da definição da modulação de projeto, é importante verificar as determinações e referências específicas das normas pertinentes à tipologia de projeto a ser desenvolvida para o dimensionamento de espaços, ambientes e áreas de uso do programa arquitetônico. Assim, no caso do projeto de hotéis, consulta-se as referências já citadas anteriormente neste trabalho, desenvolvidas pelo Ministério do Turismo (2011), como a Portaria 100 e cartilhas do SBClass, além da Norma de Acessibilidade NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Já nesta primeira fase é fundamental que se inicie o processo de interface entre os projetistas de diferentes especialidades (i2, Figura 7.3), a fim de direcionar tomadas de decisão que irão influenciar todo o andamento do processo e facilitar a compatibilização de todos os projetos.

Na figura 7.9 apresenta-se uma síntese da Sistematização de diretrizes propostas para a fase Projeto Informacional.



Figura 7.9 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Informacional

7.3.3 – Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Conceitual

A partir dos dados levantados e das tomadas de decisão na fase de Projeto Informacional, inicia-se esta fase que assume grande importância no processo de projeto do produto, pois é onde se desenvolve, uma concepção que atenda da melhor maneira possível o escopo pré-definido.

As decisões tomadas no Projeto Conceitual assumem um peso e um papel fundamental para o sucesso das demais fases sobretudo, para o tipo de proposta projetual que se pretende abordar neste trabalho. Neste momento definem-se as

questões relativas aos elementos e processos que serão padronizados, com suas especificações, dimensionamentos e interfaces e, além disso, definem-se as efetivas possibilidades de customização do projeto desenvolvido e de sua possibilidade de implantação em diferentes projetos. As possibilidades e alternativas de customização devem ser definidas em relação às soluções que serão propostas e aos momentos em que tal processo deve ocorrer no desenvolvimento de cada nova implantação do projeto proposto (Figura 7.10).



Figura 7.10 - Etapas e elementos para produtos padronizados e produtos customizados.

É neste momento que devem ser inseridas as ferramentas para o processo de customização do produto a ser desenvolvido a partir do projeto, de acordo com as referências citadas na pesquisa inicial deste trabalho. O conceito inicial deste projeto: desenvolvimento de sistema construtivo em módulos tridimensionais para pavimentos tipo de hotéis na categoria econômica, é muito próximo à ideia de produto modular proposta por alguns autores como Feitzinger e Lee (1997), Sahin (2000), Selladurai (2004), Partanen e Haapasalo (2004).

Todos estes autores citam a modularização do produto como um determinante crítico para a Customização em Massa, possibilitando o desenvolvimento de

produtos padronizados que podem sofrer mudanças em sua configuração final, conforme exposto no Capítulo 3. De acordo com estes autores, as etapas iniciais deste processo devem ser comuns e padronizadas, e de acordo com o sistema de produção do produto, as estratégias da CM serão aplicadas em diferentes estágios, de acordo com o que for mais interessante para cada tipo de produto.

Lampel e Mintzberg (1996) definiram um *Continuum* de Estratégias com cinco diferentes níveis de aplicação da CM que podem ser adotados ao longo dos quatro principais estágios da cadeia de produção: Projeto, Fabricação, Montagem e Distribuição. Como diretriz para o projeto proposto, após os dados levantados na pesquisa inicial deste trabalho, indica-se a utilização da estratégia Padronização Customizada (Figura 7.11).

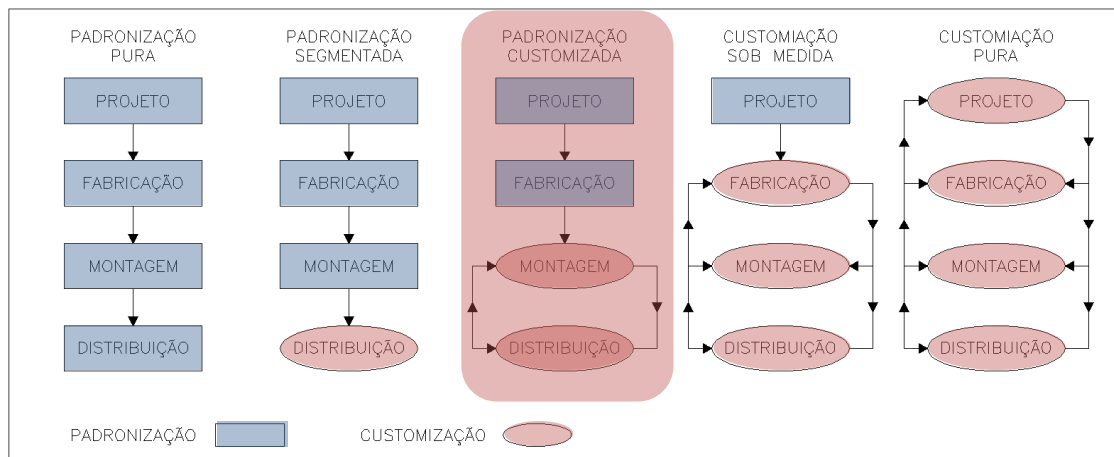


Figura 7.11 – *Continuum* de Estratégias de Lampel e Mintzberg.

Fonte: LAMPEL; MINTZBERG, 1996

Entende-se que esta estratégia é viável para o projeto proposto já que possibilita a padronização do projeto e todas as soluções referentes ao partido arquitetônico, sistema construtivo, dimensionamento arquitetônico e estrutural e soluções de interfaces de forma padronizada porém, com possibilidade de customização nas fases de montagem e distribuição do sistema desenvolvido para diferentes

edificações a serem implantadas. Aliado a isso, indica-se a implantação da estratégia de Postponement de Montagem, proposta por Zinn (1990) e apresentada no Capítulo 3 deste trabalho (ver Quadros 3.1 e 3.2).

Portanto, na fase de Projeto Conceitual, uma das principais premissas e diretrizes é desenvolver elementos e conexões padronizadas que possibilitem diferentes combinações e estruturações entre eles. Assim, tem-se como principais diretrizes para esta fase:

- a) O projeto deverá ser modulado e utilizar o máximo de componentes padronizados.
- b) O módulo tridimensional deve ser padronizado em relação ao seu sistema estrutural, porém deve permitir a variação de seus sistemas de fechamento, acabamento e esquadrias.
- c) O módulo tridimensional deve ser pensado como estrutura autoportante e possuir contraventamentos horizontais e verticais, não dependendo da estrutura auxiliar para sua estruturação.
- d) As conexões entre o módulo tridimensional e os demais elementos que se ligarão a ele como: estrutura auxiliar e circulações horizontal e vertical devem ser padronizadas. Porém, devem permitir que as ligações ocorram em diferentes posições, possibilitando arranjos variados para o pavimento.
- e) A estrutura principal deve ser estabilizada e contraventada a partir de suas conexões com os núcleos rígidos de circulação vertical e os contraventamentos nos planos horizontais a serem proporcionados pela circulação horizontal.
- f) As soluções para as circulações horizontal e vertical devem ser padronizadas, porém devem permitir diferentes arranjos finais para o pavimento tipo.
- g) Os demais ambientes que poderão fazer parte do pavimento tipo, além das UHs configuradas pelo módulo tridimensional, como: rouparia, *lounge*,

studio, suítes especiais e apartamentos adaptados a portadores de necessidades especiais (Figura 6.1), deverão ser pensados e projetados a partir de derivações do módulo tridimensional padrão.

- h) A torre de circulação vertical, escada e elevadores, deve ser pensada de forma a possibilitar a conexão do núcleo de pavimentos tipo padrão aos pavimentos inferiores e superiores em diferentes posições.
- i) A torre de circulação vertical, escada e elevadores, deve ser pensada de forma a possibilitar a adoção de núcleo único de circulação vertical ou núcleos independentes, sendo um para escada e outro para elevadores.
- j) A torre de circulação vertical, escada e elevadores, deve ser pensada de forma a possibilitar a conexão com pavimentos inferiores que adotem sistema estrutural diferente do metálico, no caso de ser adotado sistema de estruturas mistas em alguma implantação.
- k) A torre de circulação vertical, escada e elevadores, deve funcionar como núcleo rígido do núcleo de pavimentos tipo, auxiliando no sistema de contraventamento.
- l) A circulação horizontal deve funcionar como sistema de contraventamento horizontal do pavimento tipo.

Nesta fase, a interface entre os projetistas de diferentes especialidades deve ocorrer de forma mais intensa e efetiva, de forma que as soluções propostas já estejam solucionadas em relação às interferências que possam ocorrer entre diferentes sistemas (i2, Figura 7.3). Portanto, as soluções de arquitetura já devem prever os pré-dimensionamentos propostos pela estrutura e os posicionamentos necessários de cada elemento de forma a facilitar o projeto e execução das instalações complementares pertinentes a cada elemento.

Na figura 7.12 apresenta-se uma síntese da Sistematização de diretrizes propostas para a fase Projeto Conceitual.



Figura 7.12 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Conceitual

7.3.4 – Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Preliminar

De acordo com Romano (2003) esta fase é "equivalente ao estágio de anteprojeto arquitetônico e destina-se à concepção e à representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e prazos dos serviços de obra implicados, bem como à submissão do projeto para aprovação junto à administração pública".

Segundo a ASBEA o anteprojeto é o resultado final da solução arquitetônica proposta para a obra no estudo preliminar, e deve abordar os seguintes aspectos:

- Concepção, dimensionamento e caracterização dos pavimentos, contendo a definição de todos os ambientes;
- Concepção e tratamento da volumetria do edifício;
- Definição do esquema estrutural;
- Definição das instalações gerais.

O conjunto de definições será sempre orientado levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- Conforto ambiental (insolação, ventilação, luminosidade e tratamento acústico);
- Tecnológicos (sistemas construtivos, resistência e durabilidade dos materiais);
- Econômicos (relação mais adequada entre custos, benefícios, durabilidade e padrão desejado).

Portanto, nesta fase todas as definições do Projeto Conceitual devem ser verificadas, testadas e aprimoradas quando aprovadas, passando-se a uma nova etapa de detalhamento das mesmas.

É interessante que neste momento sejam implantadas ferramentas de simulação tridimensional que permitam verificar e simular as soluções propostas, principalmente no que diz respeito à volumetria, encaixes e conexões e interferências entre soluções de projetos de diferentes especialidades.

Desde o início desta fase é fundamental que toda a equipe de projetos trabalhe de forma simultânea e que ocorram reuniões de compatibilização e solução de

interferências entre projetos. Desta forma, uma especialidade pode desenvolver soluções que contribuam para o melhor funcionamento das demais.

Definem-se neste momento a quantidade e tipos de instalações complementares a serem envolvidos no projeto, assim como a necessidade de *shafts* e o melhor posicionamento destes, ou a necessidade da criação de ambientes específicos para centrais técnicas entre outros.

As dimensões finais de ambientes e conseqüentemente a área total de projeto deve ser verificada, a partir da solução de tais interferências. Pode ser necessário por exemplo alterar espessuras de paredes a partir da definição dos montantes estruturais ou da necessidade de isolamento térmico e acústico.

A altura final do núcleo de pavimentos tipo e os respectivos pés direitos dos pavimentos são definidos também em relação ao dimensionamento estrutural e a partir da verificação da necessidade de pavimentos técnicos no entre-forro ou com soluções com pisos elevados, por exemplo.

A estrutura indicada para o sistema estrutural proposto deverá empregar perfis em aço, em função dos estudos envolverem uma construção industrializada e buscar eliminar ao máximo as etapas de execução que utilizem via úmida buscando a produção de uma obra “seca” com bons níveis de racionalização.

As dimensões dos perfis e a forma de sua seção transversal devem ser definidas a partir de uma tipologia usual da construção metálica e da disponibilidade no mercado. Ressalta-se ainda que esta tipologia não deve ser muito variada em seções de modo a facilitar questões, como por exemplo, a facilidade da montagem e a produção de um maior número de peças padronizadas.

O aço a ser empregado deve ser resistente a corrosão, de modo a diminuir a necessidade de manutenção constante e a incidência de patologias.

A possibilidade de variação de materiais de acabamento e fechamento como painéis de piso, forro, fechamento interno e externo, esquadria e revestimentos, deve ser verificada.

Deve-se propor soluções de interfaces e conexões que permitam a substituição de um material por outro similar, sem grandes modificações nos detalhes originais de projeto.

Os dimensionamentos finais, sobretudo dos módulos tridimensionais devem ser pensados de forma a possibilitar e facilitar questões logísticas como transporte, armazenamento (em fábrica e no canteiro de obras) e içamento.

Ao final desta fase, todas as especialidades envolvidas devem estar com seus respectivos projetos finalizados, em relação às especificações e dimensionamentos mais significativos.

Os resultados de cada projeto devem ser analisados e sobrepostos, em uma compatibilização de fechamento, para uma verificação final de interferências, que preferencialmente, deve ocorrer a partir da utilização de ferramentas digitais de simulação tridimensional.

Portanto, a interface entre profissionais e especialidades (i2, Figura 7.3) deve se fazer mais efetiva durante todo o desenvolvimento desta fase, evitando retrabalho e interferências significativas.

É fundamental que todas as soluções e estratégias propostas, no sentido de possibilitar a customização de soluções a partir do projeto desenvolvido, sejam aferidas e testadas. Neste sentido, indica-se o desenvolvimento de protótipos físicos e digitais que permitam a simulação de diferentes configurações de plantas para os pavimentos tipos, além da verificação das soluções para ligações entre o núcleo de pavimentos tipo e os pavimentos inferiores e superiores.

A figura 7.13 apresenta uma síntese da Sistematização de diretrizes propostas para a fase Projeto Preliminar.



Figura 7.13 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Preliminar

7.3.5 – Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Legal

Segundo Romano (2003),

"esta fase, considerada um marco do processo de projeto, destina-se à submissão das informações técnicas à análise e à aprovação do projeto da edificação, pelas autoridades competentes, com base nas exigências legais (municipal, estadual, federal), e à obtenção do alvará ou das licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de

construção. Envolve ainda atividades relativas ao registro junto ao cartório de registro de imóveis, bem como ao lançamento do empreendimento.”

Para a realização desta fase, pressupõe-se o desenvolvimento de uma solução customizada, específica para implantação do projeto completo em local pré-definido. Sendo assim, o projeto padrão desenvolvido para o núcleo de pavimentos tipo deve ser adotado para desenvolvimento de um projeto completo de edificação customizada, com suas devidas interfaces com os pavimentos inferiores e superiores, a partir das respectivas definições do programa e partido arquitetônico dos mesmos.

Além disso, todas as etapas anteriores devem ser desenvolvidas para tal projeto customizado, assim como os demais projetos de todas as especialidades e suas respectivas interfaces e interferências, conforme será exposto no item 7.3.7.

Caso ocorram indicações para realização de modificações e/ou adaptações a partir da análise dos órgãos competentes de aprovação pelos quais o projeto deverá passar, as adaptações devem ser realizadas, verificadas e validadas por meio de uma nova compatibilização de todos os projetos. Desta forma, também nesta fase é importante que continue ocorrendo a interface e troca de informações entre todos os profissionais envolvidos (i2, Figura 7.3).

Na figura 7.14 apresenta-se uma síntese da Sistematização de diretrizes propostas para a fase Projeto Legal.



Figura 7.14 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Legal

7.3.6 – Sistematização de Diretrizes para a fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção

"Equivalente ao estágio de projeto executivo (que engloba o projeto pré-executivo, o projeto básico, o projeto de execução e os detalhes de execução) do projeto arquitetônico, esta fase destina-se à representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços da obra. Envolve, portanto, além dos projetos do produto, projetos para produção. Em outras palavras, destina-se à finalização das especificações da edificação e ao detalhamento dos projetos para produção." (ROMANO, 2003).

O papel fundamental desta fase é encontrar soluções construtivas para o projeto concebido e as respectivas tecnologias adotadas nele, inserindo as

condicionantes de racionalização e construtibilidade a fim de dar suporte à atividade de execução. Isso deve ocorrer por meio de um processo de produção seriado e definido, permitindo o seu controle, garantindo a qualidade desejada e promovendo a redução de custos e desperdícios. Portanto, o projeto para produção não deve ser confundido com um detalhamento genérico e sim viabilizar, prever e otimizar as operações a serem desenvolvidas no canteiro e em fábrica no caso de edificações com etapas e processos industrializados (CRASTO, 2005).

Para Melhado (1994), o projeto de edifícios deve extrapolar a visão do produto ou sua função, devendo ser encarado também sob a ótica do processo de construção. O projeto deve incluir além das especificações do produto, as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o processo de construção. Além de focar o produto, é essencial que o projeto contemple também, o modo de produção para que realmente possa explorar o potencial produtivo e atingir os resultados esperados. Conforme exposto no item 7.3, Melhado (1994) afirma que o projeto para produção deve conter as seguintes definições:

- Disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço;
- Uso de equipamentos;
- Arranjo e evolução do canteiro;
- Dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Portanto, a primeira atividade desta fase de projeto deve ser uma compatibilização e verificação final das interfaces entre os projetos, após a conclusão dos detalhamentos executivos.

Concluindo a compatibilização, deve-se verificar a possibilidade de propor melhorias às soluções propostas, a partir da verificação das tecnologias e

equipamentos envolvidos na execução das mesmas, visando maior racionalização e produtividade na execução.

Deve-se dar preferência a detalhes padronizados e já testados, com desempenho comprovado, sempre que possível, em todas as especialidades facilitando os processos de execução que serão aprimorados pela repetição.

As definições de "como construir", "como fabricar" e "como montar", devem ser tomadas e verificadas na fase de projeto e a partir da verificação de interfaces e interferências em todas as especialidades envolvidas.

No caso do perfil de projeto aqui proposto, deve-se considerar a existência de processos de execução distintos, como as etapas e elementos que serão produzidos em fábrica, as etapas de obra que serão executadas no canteiro e os processos de montagem e acoplamento entre estes elementos.

É fundamental que as etapas de execução simultânea sejam previstas e planejadas de forma a possibilitar a racionalização esperada do processo (Figura 7.2). Assim, a logística de todo o processo deve ser muito bem pensada e articulada para que não ocorram interferências negativas entre as etapas simultâneas e as subsequentes. Desta forma, as interfaces entre profissionais e projetos envolvidos devem ocorrer tanto a nível do detalhamento dos projetos, quanto no que diz respeito ao planejamento e execução de todos os serviços de execução (i2, Figura 7.3).

Devem ser previstas nesta fase, as etapas de manipulação dos módulos tridimensionais e demais elementos em fábrica, estoque, transporte, manipulação e armazenagem destes módulos no canteiro e processo de içamento e acoplamento na execução final da edificação.

A fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção, no caso do perfil de projeto proposto neste trabalho, ocorrerá em dois momentos distintos, porém interdependentes e complementares. No primeiro momento, esta fase contempla o desenvolvimento do sistema proposto para o núcleo de pavimentos tipo, que deverá ter solução padronizada e customizável e produzida em fábrica. Posteriormente, desenvolve-se novamente esta fase de projeto, no momento em que for desenvolvida uma proposta de projeto customizado para uma implantação específica.

Este segundo momento deverá se repetir novamente para cada novo estudo de implantação customizada do projeto desenvolvido, aproveitando-se sempre que possível, as soluções já utilizadas e testadas para retroalimentação e otimização dos processos.

Na figura 7.15 apresenta-se uma síntese da Sistematização de diretrizes propostas para a fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção.

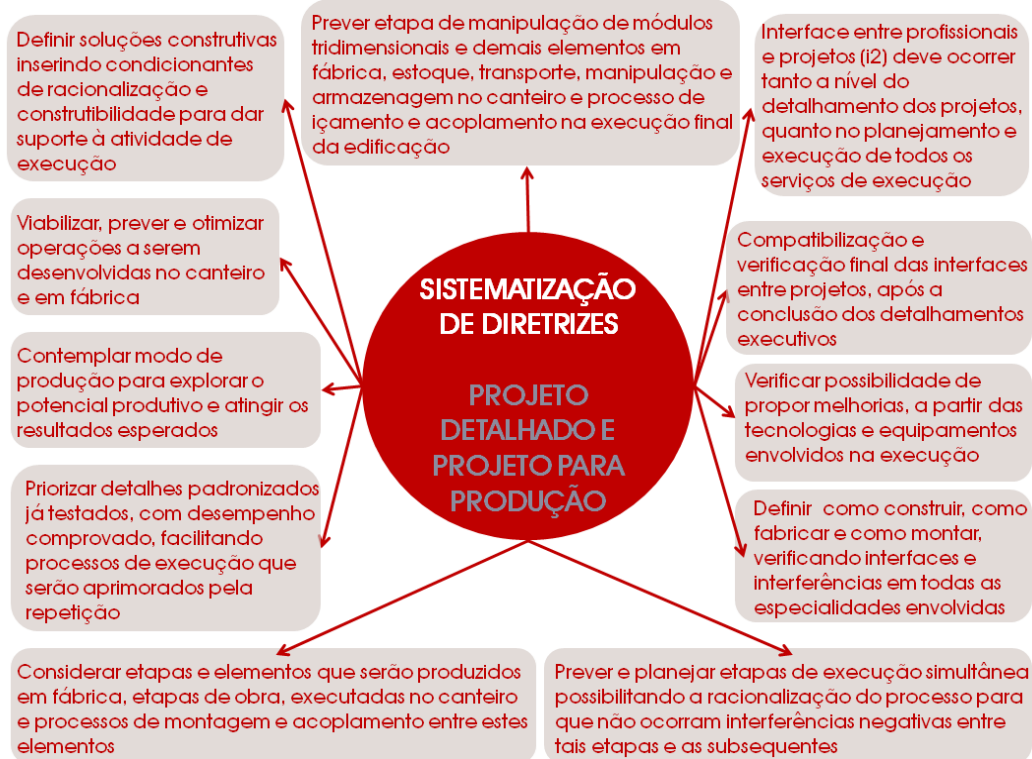


Figura 7.15 - Síntese da Sistematização de diretrizes para a fase Projeto Detalhado e Projeto para Produção

7.3.7 – Diretrizes para Sistematização da etapa Projetação para implantação de solução customizada

No caso da solução de projeto proposta neste trabalho, todas as fases de projeto envolvidas na etapa Projetação descrita por Romano (2003), deverão ocorrer em dois momentos distintos, conforme descrito anteriormente.

Para o desenvolvimento do sistema construtivo a ser utilizado no desenvolvimento do núcleo de pavimentos tipo, todas as fases serão desenvolvidas de acordo com a sistematização de diretrizes de projeto propostas. Desta forma, conclui-se o desenvolvimento do produto padronizado e passível de customização proposto. Passando por todas as fases da Projetação, o projeto do produto será concebido, detalhado e testado a partir de protótipos que farão a validação das possibilidades de customização. Na fase de Projeto Detalhado e para Produção, os processos de produção e montagem em fábrica, assim como o transporte, manipulação e acoplamento dos módulos na edificação serão contemplados.

Com a definição do sistema industrializado padrão, desenvolve-se a partir de determinada demanda, a proposta de um projeto customizado cujo núcleo de pavimentos tipo será composto pelo projeto padrão. Entretanto, em cada implantação surgirão demandas diferenciadas e particulares para o desenvolvimento das soluções arquitetônica, estrutural e de demais sistemas para os pavimentos inferiores e superiores.

Desta forma, deve-se desenvolver um projeto pertinente para cada implantação, que contemplará inclusive uma das formas de conexão com o núcleo de pavimentos tipo propostas. Tal projeto deve ser desenvolvido com a mesma sistematização de diretrizes de projeto proposta anteriormente (itens 7.3.1 a 7.3.6), em cada uma das fases propostas por Romano (2003) para a etapa Projetação.

No caso da implantação de solução customizada, as etapas Pré-Projeção e Pós-Projeção, ocorrerão com suas respectivas fases, de acordo com as particularidades de cada projeto proposto e desenvolvido.

É fundamental que as experiências adquiridas em cada novo projeto customizado desenvolvido e executado, sejam utilizadas para a retroalimentação de todo o processo, incluindo o desenvolvimento da solução padrão e industrializada do sistema proposto para o núcleo de pavimentos tipo. Desta forma aproveita-se o conhecimento adquirido, as experiências positivas e negativas e a produtividade alcançada para aprimorar o projeto original e promover o aprimoramento constante do projeto.

Na figura 7.16 apresenta-se uma síntese da Sistematização da etapa Projeção para implantação de solução customizada.



Figura 7.16 - Síntese da Sistematização da etapa Projeção para implantação de solução customizada

SÍNTESE DO ESTUDO, CONTRIBUIÇÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Embora o Brasil ainda não tenha alcançado grandes índices de implantação da Construção Industrializada, conforme conceito proposto no início deste trabalho, e em muitos casos esta seja utilizada de forma associada a métodos e materiais construtivos convencionais, nota-se uma grande demanda pela efetiva implantação deste conceito e método construtivo no país.

A industrialização de materiais, métodos e sistemas construtivos proporciona maior racionalização, produtividade e qualidade final nas obras onde são utilizados. O mercado nacional busca este tipo de solução em substituição aos métodos convencionais que vem sendo utilizados no país, objetivando diminuir o grande índice de desperdício recorrente nos canteiros de obra e aumentar a produtividade e qualidade final das edificações.

Considerando-se as questões de modulação e padronização de elementos que são fundamentais para o aumento da produtividade deste tipo de edificação, observa-se que nos projetos onde é possível trabalhar com o maior número de elementos padronizados e repetitivos, tem-se melhores resultados.

A construção industrializada é uma realidade nos canteiros de obra internacionais e observa-se, em muitos casos, uma tendência de se aproximar os processos e procedimentos de projeto e execução de edificações industrializadas aos que ocorrem nas demais indústrias de produção em série, como a automobilística por exemplo. Desta forma, os processos de concepção de projeto, integração e comunicação entre equipes multidisciplinares, produção e montagem de sistemas e equipamentos modulares e montagem final da obra, são pensados e executados aos moldes do que ocorre nas linhas de montagem de tais indústrias.

Entende-se que a indústria da construção civil apresenta particularidades em relação às demais, sobretudo no que diz respeito à característica de cada produto ser concebido para atender a uma demanda específica. Entretanto, verifica-se a possibilidade de implementação dos conceitos e procedimentos da produção em série, não só em produtos e sistemas construtivos isolados, como também nas edificações, quando se trabalha a partir da padronização e repetição de elementos isolados que são articulados em projetos específicos, gerando edificações customizadas.

A partir do exposto, a proposta deste trabalho foi buscar referências e conceitos em várias áreas do conhecimento, multidisciplinares, porém complementares, para auxiliar no desenvolvimento de uma metodologia de otimização e melhoria contínua do processo de projeto de construções metálicas. Verificou-se a possibilidade de aliar conceitos e métodos de diferentes áreas do conhecimento para sistematizar diretrizes para o desenvolvimento do projeto de uma edificação em aço, aos moldes do Processo de Desenvolvimento de Produtos.

Desta forma, propõe-se o desenvolvimento de um "produto" para a construção civil industrializada, semi-pronto e padronizado que pode ser consumido e customizado de acordo com as necessidades de cada projeto. Verificou-se que a melhor tipologia para a aplicação desta proposta, seria uma edificação de caráter repetitivo, onde a repetição de um mesmo elemento e suas formas de interligação com os demais pudesse ser utilizada como meio de otimização do processo. Assim optou-se por trabalhar com o conceito de projeto de produto modular diretamente aplicado no desenvolvimento de um sistema construtivo cujo elemento principal seria um módulo tridimensional. Com o projeto padronizado do sistema desenvolvido, possibilita-se a utilização do mesmo com diferentes configurações em projetos customizados.

Muitos são os exemplos na indústria internacional e até mesmo na nacional de edificações ou módulos que são desenvolvidos para serem comercializados como edificações residenciais, módulos para lojas, casas populares, entre outros, conforme mostrado nos capítulos anteriores. Na grande maioria dos casos, tem-se a flexibilidade de customizar os projetos, apesar dos mesmos serem desenvolvidos a partir de elementos e sistemas padronizados e modulares.

Portanto, utilizou-se neste trabalho, os conceitos de Desenvolvimento de Projeto de Produto, Produção em Série e Customização em Massa pesquisados para a proposição de uma sistematização de diretrizes para o desenvolvimento de projetos estruturais em aço, padronizados, modulados e customizáveis.

De forma a otimizar a viabilização de tal sistema, e propor a aplicação do mesmo a partir da sistematização de diretrizes de projeto, pesquisou-se tipologias construtivas de edificações de caráter repetitivo. Considera-se que tal tipologia facilita o trabalho a partir de elementos padronizados, modulares e com grande número de repetições. Após analisar as tipologias existentes para este perfil de edificação, definiu-se pela utilização do projeto de hotéis, devido à característica de grande número de repetições não só dos elementos modulares, como também de edificações, no caso de edifícios padronizados pertencentes a uma mesma rede.

Após o desenvolvimento da sistematização das diretrizes de projeto, verificou-se que o sistema construtivo padronizado proposto, pode ser utilizado não só para a customização de projetos de hotéis, como também para outras tipologias com características similares como edifícios de salas comerciais ou hospitais por exemplo. Esta aplicação torna-se possível devido à opção da divisão da edificação em três partes principais sendo: pavimentos inferiores, pavimentos superiores e núcleo de pavimentos tipo.

Assim, o núcleo de pavimentos tipos configura-se a parte do projeto e sistema construtivo padronizado proposto pelas diretrizes de projeto e, com poucas alterações, pode ser adaptado para a customização de outras tipologias arquitetônicas.

A sistematização das diretrizes de projeto apresentada baseou-se nas etapas de projeto apresentadas por Romano (2003), de forma a facilitar a definição das tomadas de decisão de projeto em cada momento específico da evolução do mesmo. Considera-se que foi possível unir teoria (por meio da utilização de diversos conceitos pesquisados) às reais necessidades de sistematização do processo de projeto, de forma a direcionar o desenvolvimento de uma solução de edificação, ou "produto", nos moldes propostos nos objetivos iniciais deste trabalho.

Desta forma, acredita-se que a sistematização de diretrizes de projeto desenvolvida possa contribuir para o desenvolvimento de soluções projetuais como a proposta por este trabalho assim como outras, com características similares a esta.

Como afirma Fabrício (2002) "existe no setor de construção de edifícios diferentes maneiras e práticas de organizar, gerenciar e integrar o processo de projeto, o que demonstra que é possível introduzir novas formas de gestão e que o processo de projeto e o processo de produção no setor não estão fadados à reprodução de modelos clássicos". Soma-se a isso o fato de que a construção civil é um segmento de múltiplas aplicações, apresentando demandas e condicionantes muito variados no que diz respeito ao desenvolvimento de soluções para o projeto e execução de edificações.

Apesar dos processos de projeto e execução de edificações serem consideravelmente individualizados, devido a uma série de fatores já relatados

anteriormente neste trabalho, a pesquisa realizada mostrou a possibilidade de tipificar não só tipologias arquitetônicas, como soluções construtivas e diretrizes de projeto, sem necessariamente padronizar as soluções finais.

As considerações e diretrizes apresentadas neste trabalho, no entanto, devem ser entendidas como contribuições iniciais para o entendimento da questão. Por ser um estudo inicial, e pela necessidade de afunilar o leque de possibilidades de trabalho, entende-se que o resultado obtido pode ainda ser aferido e aprimorado por meio de futuros trabalhos e aprofundamento em questões específicas.

Portanto, sugere-se como estudos futuros a partir dos resultados obtidos neste trabalho:

- a) Verificação da eficiência da sistematização das diretrizes propostas por meio da aplicação da mesma no desenvolvimento de um protótipo de projeto similar ao proposto;
- b) Verificação da efetiva possibilidade de customização de projetos a partir do desenvolvimento de um protótipo do sistema construtivo e simulações digitais;
- c) Desenvolvimento de protótipo para verificação da possibilidade de utilização das conexões e ligações desenvolvidas para diferentes arranjos de pavimentos tipo;
- d) Simulação de aplicação do sistema construtivo proposto para utilização em sistema estrutural misto, no caso dos pavimentos inferiores serem projetados em sistema estrutural diferente do metálico;
- e) Desenvolvimento de projeto customizado em tipologia análoga, como edifício comercial ou hospital por exemplo, para verificação da possibilidade de adaptação do sistema proposto em outras tipologias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; JÜNGLES, A.; PANZETER, A. Estudo da Evolução da Produtividade no Canteiro de Obras sob a Ótica do Efeito Aprendizado. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Paulo. 1998. **Anais...**São Paulo, 1998.

ANDRADE, N.; BRITO, P.L.; JORGE, W. E. **Hotel Planejamento e Projeto**. São Paulo: Editora Senac, 2ª Edição, 2000.

ASIMOW, M. **Introdução ao Projeto**. São Paulo, Editora Mestre Jou, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

_____. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BARLOW, R.P.G.; AMIRUDIN, R. **Structural Steelwork Planning And Design Evaluation - A Knowledge-Based Approach**. Disponível em: <<http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?w78-1996-69>>. Acesso em: 07 jan. 2008.

BARROS, M. M. B. **Metodologia para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios**. 1996. 422p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BASTOS, M. A.R. **Avaliação de sistemas construtivos semi e/ou industrializados de edifícios de andares múltiplos através da perspectiva de seus usuários**. 2004. 458 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –

Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2004. 2v.

BAUERMANN, M. **Uma Investigação Sobre o Processo de Projeto em Edifícios de Andares Múltiplos em Aço**. 2002. 254p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2002.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda. 1998.

BENDER, R. Una Vision de la Construcción Industrializada. **Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., Espanha, 1976.**

BITENCOURT, A. C. P. **Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojeto para o Meio Ambiente**. 2001. 185p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação do Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BOER, S.; OOSTERHUIS, K. **Architectural Parametric Design and Mass Customizatio**. Disponível em: <<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/>>. Acesso em: 04 jan. 2009.

BONSIEPE, G. **Teoría y Práctica Del Diseño Industrial - Elementos para uma Manualística Crítica**. Colección Comunicacion Visual. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 1978.

_____. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.

CAIADO, K. F. **Estudo e Concepção de Edifícios em Módulos Pré-Fabricados Estruturados em Aço**. 2005. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

CASA PRÉ-FABRICADA. Disponível em: <<http://www.casaprefabricada.org/pt/historia-das-casas-pre-fabricadas>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

COELHO, R. A. **Sistema Construtivo Integrado em Estruturas Metálicas**. 2003. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2003.

_____. Interpretando a Psicologia e a Personalidade de Cada Material. **Revista Mais Arquitetura**. São Paulo, n. 58, p. 72. 2004.

COMMITTEE ON HOUSING, BUILDING AND PLANNING. Economic Commission for Europe, United Nations. **Effect of Repetition on Building Operations and Processes on Site**. Report of an Enquiry Undertaken By the Committee on Housing, Building and Planning, New York, United Nations. 1965.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: Light Steel Framing**. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

LEONARDO NATURE ART AND SCIENCE, 2010. Disponível em: <www.leonardonatureartandscience.com>. Acesso em: 12 ago. 2010.

DAVIES, C. **The Prefabricated Home**. Reaktion books. London. 2005.

DESIGN STUDIO S. 9H - Nine Hours Capsule Hotel. Disponível em: <www.design-ss.com>. Acesso em: 12 set. 2012.

EPOCA. **Como Viver Bem Dentro De Um Container**. Disponível em: <www.revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,EMI90294-15228,00-.html>. Acesso em: 12 fev. 2011.

FABRÍCIO, M. M; BAÍA, J. L; MELHADO, S. B. Estudo do Fluxo de Projetos: Cooperação Sequencial x Engenharia Simultânea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO

DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999. Recife.
Anais... Recife: Escola Politécnica de Pernambuco/ANTAC, 1999.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 329p.
Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FARAH, M. F. S. **Processo de Trabalho na Construção Habitacional: Tradição e Mudança**.
São Paulo: Annablume, 1996.

_____. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. 1992. 297p. Tese
(Doutorado em Sociologia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FEITZINGER, E.; LEE, H. Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement. **Harvard Business Review**. v. 75. n. 1. p. 116-121. 1997.

FERREIRA, A. B. - **Produto Total e Projeto Total: Processo para a Qualidade do Projeto a Partir da Voz do Cliente**. 1993. 187p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

FIALHO, A. de P. F. **Passarelas Urbanas em estrutura de aço**. 2004. 118 f.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

FILHO, R. E. **Projeto do Produto**. Universidade Federal de Minas Gerais. Apostila do curso Projeto do Produto do curso de Engenharia de Produção. Belo Horizonte. 2004.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Desenvolvimento da indústria da construção em Minas Gerais: impacto na evolução tecnológica e na qualificação da força de trabalho**. Centro de Estudos Econômicos. Belo Horizonte, 1992.

GASSEL, F; RODERS, M. **A Modular Construction System. How to design its Production Process**. Technische Universiteit Eindhoven. Eindhoven, 2006

GIRMSCHIED, G.; SCHEUBLIN, F. **New Perspective in Industrialization in Construction - A State-of-the-Art Report**. IBB - Institut Fur Bauplanung und Baubetrieb. Zurich, 2010.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: Uma Abordagem Atualizada. **Coleção Habitare**. Porto Alegre: ANTAC. v. 9. 2007.

HENRIQUES, C. L. **Condicionantes de Projeto para Unidades Escolares de Pequeno e Médio Porte Utilizando Sistema Construtivo em Perfis Formados a Frio**. 2005. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

HOUSING CONSTRUCTION METHODS, MATERIALS AND FEATURES. Disponível em: <www.housing.progressivedisclosure.net/categories/homes/>. Acesso em: 12 mai. 2010.

HUTH, S. **Construir con Células Tridimensionales**. Barcelona: GustavoGilli, 1976.

IBS. INSTITUTO AÇO BRASIL. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

JONES, C. J. **Métodos de Diseño**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1976.

KIERAN, S; TIMBERLAKE, J. **Refabricating Architecture**. McGraw-Hill. Nova York. 2003.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. 2000. 296p. Thesis (Doctor of Technology) – Technical Research Centre of Finland – VTT, Helsinki, 2000.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle**. Atlas, 5. ed. São Paulo. 1998.

LABORATÓRIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL. **Palácio de Cristal**. Disponível em: <<http://www.lmc.ep.usp.br/People/Valdir/imagens/cristal.jpg>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

LAMPEL, J.; MINTZBERG H. **Customizing Customization**. Fall-edition of Sloan Management Review. 1996.

LEITE, L. L.; SCHRAMM, F. K.; FORMOSO, C. T. Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: Foco na Gestão de Requisitos do Cliente e no Projeto do Sistema de Produção. **Coletânea Habitare - Construção e Meio Ambiente**. São Paulo. v. 7. p. 239. 2005.

LOOKOTELS. Disponível em: <www.lookotels.com>. Acesso em: 23 abr. 2012.

MEDEIROS, E. N. **Uma Proposta de Metodologia para o Desenvolvimento de Projeto de Produto**. 1981. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1981.

MEDEIROS, H. Quebre recordes, seja fast. **Téchne**. São Paulo. n. 79. 2003.

MELHADO, Sílvio B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção**. 1994. 294p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MESEGUER, A. G. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. Trad. Roberto Falcão Bauer, Antônio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo. Sinduscon - SP/Projeto/PW. 1991.

MINI. Disponível em: <www.mini.com>. Acesso em: 12 mai. 2011.

MINISTÉRIO DO TURISMO, 2011. **Portaria Nº 100, de 16 de Junho de 2011**. Institui o Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass), estabelece os critérios de classificação destes, cria o Conselho Técnico Nacional de Classificação de Meios de Hospedagem (CTClass) e dá outras providências. Brasília, DF.

_____. 2010. **Cartilha de Orientação Básica - Sistema Brasileiro de Classificação de meios de Hospedagem**. Brasília, DF.

_____. 2010. **Sistema Brasileiro de Classificação de meios de Hospedagem - Cartilha de Orientação Básica - HOTEL**. Brasília, DF.

_____. 2008. **Lei nº 11.771/2008, Artigo 23**. Brasília, DF.

_____. 2002. **Deliberação Normativa n.º 429, de 23 de abril de 2002**. Brasília, DF.

MUNARI, B. **Diseño e Comunicación Visual: Contribución a una Metodología Didáctica**. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli S.A., 3ª edição, 361 p. 1975.

OLIVEIRA, R. R. **Repetição e Produtividade na Construção Civil: Estudo da Execução de Estruturas de Edifícios**. Universidade do Oeste do Paraná. Cascavel. 2002.

ORDONÉZ, J. A. F. **Pre-Fabricación – teoría y práctica**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974. v.1.

PARTANEN, J.; HAAPASALO, H. Fast Production for Order Fulfillment: Implementing Mass Customization in Electronics Industry. **International Journal of Production Economics**, 90, p. 213-222. 2004.

PICCOLI M.; ROMANO F. V. Proposta de processo projetual para projetos de produtos baseados em reutilização de resíduos. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – CBGDP, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais....** Porto Alegre, 2011.

PINE B. **Mass Customization: The New Frontier in Business Competition**. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1993.

QUICK HOUSE. **Residências Americanas**. Disponível em: <www.quickhouse.com.br>. Acesso em: 25 abr. 2011.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMERO, R. **LV Series Homes**. Disponível em: <www.rociromero.com>. Acesso em: 20 jun. 2011.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SÁ. R. Edros. Projeto. **Editores Associados Ltda. 127 p. São Paulo. 1982.**

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos – Formulação e Aplicação de Uma Metodologia. **1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1989.**

SAHIN, F. Manufacturing competitiveness: Different Systems to Achieve the Same Results. **Production and Inventory Management Journal**. 2000.

SEARS. Disponível em: <www.searsarchives.com>. Acesso em: 23 abr. 2011.

SELLADURAI, R. S. Mass Customization in Operations Management: Oxymoron or Reality. **The International Journal of Management Science**, 32, p. 295–300. 2004.

TÉCHNE. **Industrialização essencial**. 2008 Artigo: ed 137 - Agosto 2008

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil**. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro, 1984.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. New York: McGraw-Hill. 2000.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo, Alfa-Ômega.1994. p.171-286.

VIGNA, C. M.; MIYAKE, D. I. Capacitação para Customização em Massa. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – XII SIMPEP, 12., Bauru. **Anais....** Bauru, 2005.

WINCH, G. M. **Governing the Project Process: a Conceptual Framework.** Construction Management and Economics, n. 19, p. 799-808, 2001.

ZACHRY CONSTRUCTION CORPORATION. Hotel Hilton Palace Del Rio. Disponível em: <www.zachryconstructioncorp.com> . Acesso em: 22 dez. 2012.

ZINN, W. Developing Heuristics to Estimate the Impact of Postponement on Safety Stock. **International Journal of Logistics Management**, v. 1, n. 2, p.11-16, 1990.

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO

1	ITENS GERAIS	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
1.1	POSTURAS LEGAIS						
1.1.1	Posturas municipais, estaduais e federais aplicáveis, comprovadas pelos registros, inscrições e documentações exigidos, especialmente com referência a “Habite-se”, “Alvará de Localização e Funcionamento”, registro como empresa hoteleira e prova de regularidade perante as autoridades ambientais, sanitárias e concessionárias de serviços públicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1.2	Legislação quanto à proteção contra incêndio, dispendo de equipamentos e instalações exigidos pelas autoridades competentes e prevendo rotas de fuga, iluminação de emergência e providências em situações de pânico	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1.3	Elevadores para passageiros e para carga/serviço em prédio de quatro ou mais pavimentos, inclusive o térreo, ou conforme as posturas municipais	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1.4	Exigências da EMBRATUR, constantes da legislação de turismo, referentes a:						
	a) registro do hóspede, por intermédio de Ficha Nacional de Registro de Hóspedes - FNRH	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	b) fornecimento mensal do Boletim de Ocupação Hoteleira - BOH, preenchido	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	c) fornecimento de Cartão do Estabelecimento com o nome do hóspede e período de hospedagem				✓	✓	✓
	d) placa de classificação fixada no local determinado pela ABIH/EMBRATUR	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	e) divulgação e explicitação dos compromissos recíprocos para com o hóspede através de: e.1) Regulamento Interno, com direitos e deveres do hóspede e.2) Serviços e preços oferecidos, incluídos, ou não, na diária, divulgados na forma da legislação	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	f) Meios para pesquisar opiniões e reclamações dos hóspedes e solucioná-las	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1.5	Facilidades construtivas, de instalações e de uso, para pessoas com necessidades especiais, de acordo com a NBR 9050 - 1994, em prédio com projeto de arquitetura aprovado pela Prefeitura Municipal, como meio de hospedagem, após 12 de agosto de 1987. NOTA: No caso de projetos anteriores, o meio de hospedagem	✓	✓	✓	✓	✓	✓

	deverá dispor de sistema especial de atendimento.						
--	---------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

1.2	SEGURANÇA	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
1.2.1	Meios para controle do uso dos cofres				✓	✓	✓
1.2.2	Circuito interno de TV ou equipamento de segurança				✓	✓	✓

1.2.3	Gerador de emergência com partida automática					✓	✓
1.2.4	Rotas de fuga sinalizadas nas áreas sociais e restaurantes			✓	✓	✓	✓
1.2.5	Serviço de segurança no estabelecimento, por intermédio de:						
	a) pessoal com formação adequada, próprio ou contratado, e com dedicação exclusiva					✓	✓
	b) porteiro (admite-se acúmulo de funções)	✓	✓	✓	✓		
1.2.6	Preparo para lidar com situações de incêndio e pânico (assalto, explosão, inundação e outros)						
	a) com equipes predeterminadas, com treinamento específico (Brigadas)				✓	✓	✓
	b) com treinamento geral do pessoal	✓	✓	✓			
1.2.7	Cobertura contra roubos, furtos e responsabilidade civil			✓	✓	✓	✓
1.2.8	Disponibilização de serviços qualificados particular de segurança						✓
1.2.9	Sistema eletrônico de detecção da presença do hóspede em todas as áreas do Meio de Hospedagem						✓

.3	SAÚDE / HIGIENE	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
1.3.1	Serviço de atendimento médico de urgência				✓	✓	✓
1.3.2	Tratamento de resíduos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3.3	Imunização permanente contra insetos e roedores	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3.4	Higiene do ambiente, das pessoas e dos serviços	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3.5	Higienização do alimento “in natura” antes do armazenamento				✓	✓	✓
1.3.6	Higienização adequada de equipamentos (roupas de cama / mesa / banho; louças e talheres; sanitários)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3.7	Tratamento de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.4	CONSERVAÇÃO / MANUTENÇÃO	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
1.4.1	Todas as áreas, equipamentos e instalações em condições adequadas de conservação/manutenção	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5	ATENDIMENTO AO HÓSPEDE	1★	2★	3★	4★	5★	5★

							SL
1.5.1	Instalações e equipamentos com nível de sistemas capazes de assegurar maior comodidade aos hóspedes					✓	✓
1.5.2	Abertura de cama					✓	✓
1.5.3	Disponibilização gratuita em 100% das unidades de cesta de frutas e/ou outras cortesias especiais					✓	✓
1.5.4	Roupa lavada e passada no mesmo dia					✓	✓
1.5.5	Procedimento para atendimento especial para autoridades e personalidades					✓	✓
1.5.6	Facilidades de atendimento para minorias especiais (fumantes, idosos, pessoas portadoras de deficiências físicas e/ou com necessidades especiais, alimentação especial, etc.)					✓	✓
1.5.7	Detalhes especiais de cordialidade no atendimento					✓	✓
1.5.8	Estabelecimento de critérios para qualificação dos funcionários bi e trilingües					✓	✓
1.5.9	Estabelecimento de critérios para qualificação dos funcionários que interagem com o público			✓	✓	✓	✓
1.5.10	Treinamento e orientação do pessoal	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.11	Presteza e cortesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.12	Serviço de despertador						
	a) programável pelo próprio hóspede					✓	✓
	b) executado pelo meio de hospedagem	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.13	Monitoramento das expectativas e impressões do hóspede, incluindo meios para pesquisar opiniões, reclamações e solucioná-las	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.14	Identificação adequada para os fornecedores de serviços		✓	✓	✓	✓	✓
1.5.15	Apresentação, vestimenta e identificação adequadas para os empregados			✓	✓	✓	✓
1.5.16	Serviços de reserva:						
	a) no período de 24 horas com atendimento trilingue						✓
	b) no período de 24 horas com atendimento bilíngüe					✓	
	c) no período de 12 horas				✓		
	d) no período de 08 horas	✓	✓	✓			
1.5.17	Serviços de recepção:						
	a) no período de 24 horas					✓	✓
	b) no período de 16 horas			✓			
	c) no período de 12 horas	✓	✓				
1.5.18	Serviços de mensageiro no período de 24 horas					✓	✓

1.5.19	Disponibilização de Serviços de limpeza:	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.20	Serviços de arrumação diário	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.21	Serviços de manutenção	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5.22	Serviços de telefonia:	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	a) no período de 24 horas com atendimento trilingue por turno						✓
	b) com uma telefonista bilíngüe por turno					✓	
1.5.23	Serviço de refeições leves e bebidas nas Unidades Habitacionais (“room service”) no período de 24 horas				✓	✓	✓
1.5.24	Serviço de manobra e estacionamento de veículos por funcionário habilitado no período de 24 horas					✓	✓
1.5.25	Sistema de visualização e fechamento de conta diretamente na UH						✓
1.5.26	Serviço de mordomo						✓
1.5.27	Disponibilização de carros de luxo para locação						✓
1.5.28	Serviço de locação de helicóptero						✓

2	ITENS ESPECÍFICOS	1 [★]	2 [★]	3 [★]	4 [★]	5 [★]	5 [★] SL
2.1	PORTARIA / RECEPÇÃO						
2.1.1	Área ou local específico para o serviço de portaria / recepção / “lobby”	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1.2	Local ou espaço para guarda de bagagem						
	a) fechado				✓	✓	✓
	b) não necessariamente fechado	✓	✓	✓			
2.1.3	Local adequado para guarda de correspondência e mensagens			✓	✓	✓	✓
2.1.4	Sistema adequado de envio / recebimento de mensagens	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1.5	Serviço de guarda de bagagem		✓	✓	✓	✓	✓
2.1.6	Política própria, definida para “check-in / check-out”, que estabeleça orientação específica para impedir: a) qualquer forma de discriminação (racial, religiosa e outras) b) uso do estabelecimento para exploração sexual, de menores, e outras atividades ilegais	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1.7	Sistemas integrados de controle, permitindo eficácia no “check-in / check-out”				✓	✓	✓
2.1.8	Pessoal apto a prestar informações e serviços de interesse do hóspede, com presteza, eficiência e cordialidade:	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	a) sob supervisão permanente de gerente ou supervisor capacitado					✓	✓
	b) falando fluentemente (mínimo de uma pessoa em cada turno)						

	na portaria e na recepção, pelo menos:						
	b1) Português e mais três línguas estrangeiras						✓
	b2) Português e mais duas línguas estrangeiras					✓	
	b3) Português e mais uma língua estrangeira				✓		
2.1.9	Informações e folhetos turísticos			✓	✓	✓	✓
2.1.10	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria	✓	✓	✓	✓	✓	✓

2.2	ACESSOS E CIRCULAÇÕES	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.2.1	Áreas adequadas e específicas para acesso e circulação fáceis e desimpedidos nas dependências do estabelecimento, inclusive para pessoas portadoras de deficiência física e/ou com necessidades especiais	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.2.2	Entrada de serviço independente			✓	✓	✓	✓
2.2.3	Identificação do acesso/circulação para orientação dos banhistas					✓	✓
2.2.4	Sistema de sinalização interno que permita fácil acesso e circulação por todo o estabelecimento			✓	✓	✓	✓
2.2.5	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria	✓	✓	✓	✓	✓	✓

2.3	SETOR HABITACIONAL	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.3.1	Todas as salas e quartos das UH com iluminação e ventilação de acordo com as normas vigentes para edificações	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3.2	Todas as UH deverão ter banheiros privativos com ventilação direta para o exterior ou através de duto		✓	✓	✓	✓	✓
2.3.3	Facilidades de informatização / mecanização, nas UH					✓	✓
2.3.4	Quarto de dormir com menor dimensão igual ou superior a 2,50m e área média, igual ou superior a						
	a) 18,00 m ² (100% das UH)						✓
	b) 16,00m ² (em no mínimo 90% das UH)					✓	
	c) 14,00m ² (em no mínimo 80% das UH)				✓		
	d) 12,00m ² (em no mínimo 70% das UH)			✓			
	e) 10,00m ² (em no mínimo 65% das UH)		✓				
	f) 9,00m ² (em no mínimo 65% das UH)	✓					

	a) em 100% das UH					✓	✓
	b) em 80% das UH				✓		
2.3.23	Comando de aparelhos de som, ar condicionado, luz e TV em 100% das UH				✓	✓	✓
2.3.24	Ramais telefônicos em 100% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.25	Porta malas em:						
	a) 100% das UH			✓	✓	✓	✓
	b) 50% das UH		✓				
2.3.26	Cortina ou similar em 100% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.27	Vedação opaca nas janelas em 100% das UH				✓	✓	✓
2.3.28	Mesa de refeições com um assento por leito em 100% das UH				✓	✓	✓
2.3.29	Mesa de trabalho com iluminação própria e ponto de energia e telefone, possibilitando o uso de aparelhos eletrônicos pessoais					✓	✓
2.3.30	Espelho de corpo inteiro em 100% das UH				✓	✓	✓
23.31	Cofres para guarda de valores para						
	a) 100% das UH					✓	✓
	b) 60 % das UH				✓		
2.3.32	Camas com dimensões superiores às normais e travesseiros antialérgicos					✓	✓
2.3.33	Acessórios básicos em 100% das UH (sabonete, dois copos, cesta de papéis do banheiro)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3.34	Água quente em 100% das UH:						
	a) em todas as instalações					✓	✓
	b) no chuveiro e lavatório				✓		
	c) no chuveiro	✓	✓	✓			
2.3.35	Lavatório com bancada e espelho, em 100% das UH				✓	✓	✓
2.3.36	Bidê ou ducha manual em 100% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.37	Índice de iluminação suficiente para uso do espelho do banheiro, em 100% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.38	Tomada a meia altura para barbeador em 100% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.39	Indicação de voltagem das tomadas em 100% das UH	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3.40	Extensão telefônica em 100% dos banheiros das UH					✓	✓
2.3.41	Box de chuveiro com área igual ou superior a 0,80 m2 em 100% das UH			✓	✓	✓	✓

2.3.42	Banheira em 30% das Suítes					✓	✓
2.3.43	Vedação para o box em 100% das UH	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3.44	Suporte ou apoio para produtos de banho, no box, em 90% das UH			✓	✓	✓	✓
2.3.45	Acessórios complementares composto por 5 amenidades						
	a) em 100% das UH				✓	✓	✓
	b) disponibilizados para uso do hóspede			✓			
2.3.46	Outros acessórios em 100% das UH (touca de banho, escova e pasta de dentes, shampoo, creme condicionador, creme hidratante, secador de cabelos, roupão, espelho com lente de aumento, lixa, cotonete, espuma de banho, sais de banho, etc.)						
	a) mínimo de oito						✓
	b) mínimo de seis					✓	
	c) mínimo de quatro				✓		
2.3.47	Revestimentos, pisos, forrações, mobiliários e decoração com equipamentos de 1ª linha					✓	✓
2.3.48	Limpeza diária	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3.49	Frequência de troca de roupas de cama a cada mudança de hóspede e:						
	a) diariamente se desejado pelo hóspede				✓	✓	✓
	b) em dias alternados se desejado pelo hóspede			✓			
	c) duas vezes por semana se desejado pelo hóspede	✓	✓				
2.3.50	Frequência de troca de roupas de banho a cada mudança de hóspede e:						
	a) diariamente se desejado pelo hóspede			✓	✓	✓	✓
	b) em dias alternados se desejado pelo hóspede		✓				
	c) duas vezes por semana se desejado pelo hóspede	✓					
2.3.51	Serviço “Não perturbe”, “Arrumar o quarto”				✓	✓	✓
2.3.52	Detalhes especiais de cordialidade					✓	✓
2.3.53	Computador com acesso veloz à internet em 100% das UH's						✓
2.3.54	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.4	ÁREAS SOCIAIS	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.4.1	Relação de áreas sociais/estar por UH (não incluída a circulação) de:						

	a) 2,50m ²						✓
	b) 2,00m ²					✓	
	c) 1,50m ²				✓		
	d) 1,00m ²			✓			
	e) 0,50m ²	✓	✓				
2.4.2	Banheiros sociais, masculino e feminino, separados entre si, com ventilação natural ou forçada, com compartimento especial, adaptado para pessoas com necessidades especiais, respeitando as normas e leis em vigor			✓	✓	✓	✓
2.4.3	Estacionamento com número de vagas igual ou superior a 10% do número total de UH com local apropriado para embarque/desembarque de pessoas com deficiência física e/ou necessidades especiais, devidamente sinalizado prevendo manobreiro					✓	✓
2.4.4	Climatização adequada nas áreas sociais				✓	✓	✓
2.4.5	Revestimentos, pisos, forrações, mobiliários e decoração com materiais de 1ª linha					✓	✓
2.4.6	Tratamento paisagístico					✓	✓
2.4.7	Heliponto						✓
2.4.8	Musica ao vivo em pelo menos um dos ambientes sociais						✓
2.4.9	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria	✓	✓	✓	✓	✓	✓

2.5	COMUNICAÇÕES	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.5.1	Equipamento telefônico nas áreas sociais	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.5.2	Local apropriado para ligações telefônicas nas áreas sociais, com privacidade				✓	✓	✓
2.5.3	Central telefônica, com ramais em todos os setores			✓	✓	✓	✓
2.5.4	Serviço telefônico eficaz, com equipamento apropriado	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.5.5	Equipamento para fax			✓	✓	✓	✓

2.6	ALIMENTOS E BEBIDAS	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.6.1	Área de restaurante compatível com a quantidade de UH, com ambientes distintos e acessíveis para pessoas em cadeiras de rodas						
	a) de no mínimo 1,00m ² por lugar						✓
	b) de no mínimo 0,80m ² por lugar				✓	✓	

2.6.2	Ambiente para café da manhã / refeições leves				✓			
2.6.3	Ambiente de bar							
	Mínimo de dois							✓

	Mínimo de um				✓	✓		
2.6.4	Copa central para o preparo de lanches e café da manhã							✓
2.6.5	Dispensa para abastecimento diário da cozinha				✓	✓	✓	
2.6.6	Climatização adequada nos restaurantes, bares e outros				✓	✓	✓	
2.6.7	Aparador, carrinho, gueridon ou similar				✓	✓	✓	
2.6.8	Toalhas e guardanapos de tecido				✓	✓	✓	
2.6.9	Baixas e talheres de prata, inox, ou material equivalente				✓	✓	✓	
2.6.10	Pratos de porcelana ou equivalente de 1ª linha				✓	✓	✓	
2.6.11	Copos tipo cristal				✓	✓	✓	
2.6.12	Câmaras frigoríficas ou equipamento similar				✓	✓	✓	
2.6.13	Sistema de exaustão mecânica no ambiente				✓	✓	✓	
2.6.14	Telas nas áreas de serviço com aberturas para o exterior	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2.6.15	Crítérios específicos de qualificação do cozinheiro					✓	✓	
2.6.16	Crítérios específicos de qualificação do “bar man”					✓	✓	
2.6.17	Serviço de alimentação, com qualidade e em níveis compatíveis com a categoria do estabelecimento:							
	a) atendimento 24 horas em restaurante de padrão internacional com cardápio trilingüe.							✓
	b) almoço e jantar, de padrão internacional, no restaurante principal					✓		
	c) almoço e jantar no restaurante principal				✓			
	d) café da manhã e nas refeições leves eventualmente oferecidas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2.6.18	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

2.7	LAZER	1★	2★	3★	4★	5★	5★ SL
2.7.1	Sala de ginástica / musculação com instrutor					✓	✓
2.7.2	Sauna seca ou a vapor, com sala de repouso					✓	✓
2.7.3	Equipamentos de ginástica					✓	✓
2.7.4	Ambiente reservado para leitura, visitas, jogos e outros					✓	✓
2.7.5	Piscina externa e piscina coberta climatizada						✓
2.7.6	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria					✓	✓

		1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	5 ★ SL
2.8	REUNIÕES / ESCRITÓRIO VIRTUAL						
2.8.1	Ambiente adequado para reuniões/escritório virtual				✓	✓	✓
2.8.2	Equipamentos para reuniões/escritório virtual				✓	✓	✓
2.8.3	Qualidade dos serviços prestados (“coffee break” e outros)				✓	✓	✓
2.8.4	Ambientação / conforto / decoração compatíveis com a categoria				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	5 ★ SL
2.9	SERVIÇOS ADICIONAIS						
2.9.1	Ambientes, instalações e/ou equipamentos adequados destinados a salão de beleza, “baby-sitter”, venda de jornais e revistas, “drugstore”, loja de conveniência, locação de automóveis, reserva em espetáculos, agência de turismo, câmbio, transporte especial e outros						
	a) mínimo de seis						✓
	b) mínimo de três					✓	

2.9.2	Critérios específicos de qualificação dos concessionários				✓	✓	✓
2.9.3	Divulgação dos serviços disponibilizados				✓	✓	✓
2.9.4	Ambiente, instalações e equipamentos adequados para eventos e banquetes					✓	✓
2.9.5	Serviço de apoio disponível para eventos e banquetes					✓	✓
2.9.6	Sala VIP com equipamentos para atender ao hóspede executivo (microcomputador, FAX, copiadora, TV, mini sala de reuniões, área de estar e outros)					✓	✓

		1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	5 ★ SL ⊕
2.10	AÇÕES AMBIENTAIS						
2.10.1	Manter um programa interno de treinamento de funcionários para a redução de consumo de energia elétrica, consumo de água e redução de produção de resíduos sólidos		✓	✓	✓	✓	✓
2.10.2	Manter um programa interno de separação de resíduos sólidos		✓	✓	✓	✓	✓
2.10.3	Manter um local adequado para armazenamento de resíduos sólidos separados			✓	✓	✓	✓
2.10.4	Manter local independente e vedado para armazenamento de				✓	✓	✓

	resíduos sólidos contaminantes						
2.10.5	Dispor de critérios específicos para destinação adequada dos resíduos sólidos				✓	✓	✓
2.10.6	Manter monitoramento específico sobre o consumo de energia elétrica	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.10.7	Manter critérios especiais e privilegiados para aquisição de produtos e equipamentos que apresentem eficiência energética e redução de consumo				✓	✓	✓
2.10.8	Manter monitoramento específico sobre o consumo de água	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.10.9	Manter critérios especiais e privilegiados para aquisição e uso de equipamentos e complementos que promovam a redução do consumo de água				✓	✓	✓
2.10.10	Manter registros específicos e local adequado para armazenamento de produtos nocivos e poluentes			✓	✓	✓	✓
2.10.11	Manter critérios especiais e privilegiados para aquisição e uso de produtos biodegradáveis.				✓	✓	✓
2.10.12	Manter critérios de qualificação de fornecedores levando em consideração as ações ambientais por estes realizadas.				✓	✓	✓
2.10.13	Ter um certificado expedido por organismo especializado quanto a efetividade de adequação ambiental da operação						✓