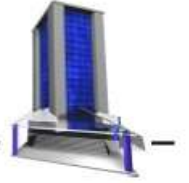




Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL



SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES POPULARES

Carlos Alberto Chamone de Freitas

Orientador: Prof. Aldo Giuntini Magalhães

Novembro 2010

Carlos Alberto Chamone de Freitas

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA
HABITAÇÕES POPULARES**

**Monografia apresentada ao programa de
Especialização da Escola de Engenharia
da Universidade Federal de Minas Gerais
como requisito de obtenção do título de
especialista em construção civil.**

Orientador: Prof. Aldo Giuntini Magalhães.

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

Novembro 2010

Carlos Alberto Chamone de Freitas

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA
HABITAÇÕES POPULARES**

**Monografia apresentada ao programa de
Especialização da Escola de Engenharia
da Universidade Federal de Minas Gerais
como requisito de obtenção do título de
especialista em construção civil.**

Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao MESTRE pela vida, à família pela paciência e aos amigos pelo apoio. Agradecimentos especiais aos meus colegas da UFMG, que acompanharam meu crescimento profissional ao longo dessa jornada de quase 1 ano.

RESUMO

O governo brasileiro começou a atuar no setor de habitação popular no período do Estado Novo, em 1937. Naquela época, devido à grande expansão das grandes cidades, foram tomadas medidas que visavam a aumentar a construção de casas para aluguel e ter controle dos aluguéis. Porém, a falta de rentabilidade dessas casas, tanto para o Estado, as construtoras e os proprietários fez com que a classe dos operários se saísse prejudicada, e pela falta de opções, muitos trabalhadores migraram para as periferias das grandes cidades, gerando as primeiras favelas, na década de 40.

Em 1964, foi criado o SFH, apoiado pelo BNH além de outros órgãos. O SFH teve seu auge na década de 70, mas a inflação levou esse Sistema à um processo de declínio que continuou, mesmo após a extinção do BNH, devido a interrupção das concessões de crédito para o setor de habitação.

Com isso, tem-se criado uma nova organização no setor habitações, através do Projeto Moradia e do PNH, que buscam centralizar mais as políticas do setor, especialmente no tocante às habitações de interesse social. O *Boom Imobiliário*, o PAC e o Programa Minha Casa Minha Vida vieram em um momento oportuno para o desenvolvimento dessa nova organização do setor.

O fato é que o setor habitacional tem passado por uma grande evolução, através de abertura às importações, novos investimentos e da urgência no atendimento ao déficit habitacional, que possibilitaram a vinda de novos sistemas construtivos, mais racionalizados e industrializados, para atenderem à população carente de uma moradia digna.

Tais sistemas, empregando materiais como concreto, alvenaria, madeira, PVC e aço, apesar de estarem, em alguns casos, passando por processo de aprovação de órgãos como o IPT e a CAIXA, estão aos poucos entrando no mercado e competindo, de igual para igual, com os sistemas convencionais de concreto e alvenaria.

Palavras-chave: Sistemas Construtivos, Inovações Tecnológicas na Construção Civil, Políticas Habitacionais no Brasil.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
1.1	A Escolha do Tema	01
1.2	Delimitação do Tema	02
1.2.1.	Objetivo Geral	02
1.2.2.	Objetivos Específicos	02
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	03
2.1.	Histórico da Habitação Social no Brasil	03
2.1.1.	As Iniciativas na Habitação Social na República Velha	03
2.1.2.	O Início da Intervenção Estatal na Questão Habitacional	04
2.1.3.	A Crise da Moradia Popular até a Criação do SFH	06
2.1.4.	A Trajetória do SFH até sua Desestruturação	07
2.1.5.	O Projeto Moradia e o Plano Nacional de Habitação	10
2.1.6.	O Atual Boom Imobiliário	13
2.2.	Inovações Tecnológicas nas Edificações do Brasil	16
2.2.1.	O Conservadorismo da Construção Civil Brasileira	16
2.2.2.	Identificação e caracterização da Inovação nas Edificações	18
2.2.3.	A Chegada das Inovações Tecnológicas na Construção Civil Nacional	20
2.2.4.	A Adaptação dos Sistemas Alternativos na Construção Civil Brasileira	25
2.3.	O Déficit Habitacional do Brasil	29
2.3.1.	Estimativa para O Déficit em 2007	29
2.3.2.	A Composição do Déficit Habitacional em 2007	31
2.3.3.	A Evolução do Déficit Habitacional de 1991 a 2007	33
3	SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES POPULARES	35
3.1.	Sistemas Construtivos em Concreto e Alvenaria	35
3.1.1.	Sistemas da ABCP	35
I -	Introdução	35
II -	Sistema ABCP em Concreto Celular Espumoso	37

III - Sistema ABCP em Alvenaria Estrutural	42
3.1.2. Sistemas em Painéis de Concreto	45
I - Sistema PAC	45
II - Sistema Plenum	48
III - Sistema Tilt-Up	52
III - Sistema Tilt-Up	52
3.1.3. Sistemas em Painéis Alvenaria	55
I - Sistema Construtivo Casas Dominó	55
II - Sistema Construtivo Casa Express	58
3.1.4. Sistema Construtivo do Programa Minha Casa Minha Vida	61
3.2. Sistemas Construtivos em Madeira	62
3.2.1. Sistemas em Light Wood Frame	62
3.2.2. Sistema Kit Casa Popular em Madeira	68
3.3. Sistemas Construtivos em Concreto-PVC	70
3.3.1. Introdução	70
3.3.2. O Sistema Concreto-PVC da Royal Technologies e ABCP	71
3.3.3. O Sistema Casaforte da Vipal	73
3.4. Sistemas Construtivos em Kits Metálicos	76
3.4.1. Introdução	76
3.4.2. O Sistema Usiteto	77
3.4.3. O Sistema GERDAU e Cosipa	80
3.4.4. O Sistema CSN	82
4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
BIBLIOGRAFIA	85

LISTA DE GRAVURAS

Gravura 01: Estruturação atual do SFH.	08
Gravura 02: Concentração do déficit habitacional brasileiro por região.	31
Gravura 03: Déficit habitacional correspondente ao estoque de domicílios particulares permanentes por região do Brasil.	31
Gravura 04: Categorias de déficit habitacional por região do Brasil.	33
Gravura 05: Evolução do déficit habitacional brasileiro em número de unidades.	33
Gravura 06: Relação do déficit habitacional brasileiro com o total de unidades.	34
Gravura 07: Casa ABCP em Concreto Celular Espumoso.	37
Gravura 08: Casa ABCP em Alvenaria Estrutural em São José da Lapa-MG.	42
Gravura 09: Fachada Acabada de Edifício do Condomínio Torres de Siena, em São Paulo.	45
Gravura 10: Painel Plenum, sendo içado para fixação definitiva.	48
Gravura 11: Painéis Tilt-up, sendo posicionados e escorados, até fixação definitiva.	52
Gravura 12: Casa sendo executada com o Sistema Dominó. Observar os painéis.	55
Gravuras 13 e 14: Casa em Light Wood Frame, durante a montagem a acabada.	62
Gravura 15: Modelo de casa do Projeto Kit Casa Popular em Madeira.	68
Gravura 16: Habitações em Concreto PVC da Royal e ABCP construídas em São Luiz do Paratininga - SP.	71
Gravura 17: Casa construída no Sistema Casaforte, em Canoas-RS, no condomínio Valparaíso.	73
Gravura 18: Casa Usiteto.	77
Gravuras 19 e 20: Estrutura Casa Fácil Gerdau e montagem do Sistema Cosipa.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Níveis de inovação na construção civil.	19
Tabela 02: Estimativa de tempo para execução de cada etapa do Sistema Casa Express.	59

LISTA DE SIGLAS

IAPs – Institutos de Aposentadoria e Previdência;

SFH – Sistema Financeiro da Habitação;

BNH – Banco Nacional da Habitação;

SBPE – Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos;

FGTS – Fundo de Garantia de Terceiros;

PES – Plano de Equivalência Salarial;

FCVS – Fundo de Compensação de Variação Salarial;

MDU – Ministério de Desenvolvimento Urbano;

CMN – Conselho Monetário Nacional;

Bacen – Banco Central do Brasil;

CAIXA – Caixa Econômica Federal;

FDS – Fundo de Desenvolvimento Social;

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida;

PNH – Plano Nacional de Habitação;

SNH – Sistema Nacional de Habitação;

DI – Desenvolvimento Institucional;

PlanHab – Plano Nacional de Habitação;

SIMAHAB – Sistema de Informação, Avaliação e Monitoramento da Habitação;

HIS – Habitação de Interesse Social;

SNHIS – Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social;

FNHIS – Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social;

FAR – Fundo de Arrendamento Residencial;

OGU – Orçamento Geral da União;

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento;

CAD – Computer Aided Design;

CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia;

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica;

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil;

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat;

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos;

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas;

HABITARE – Programa de Tecnologia de Habitação;

PRONAT – Programa Nacional de Tecnologia de Habitação;

PROTECH – Programa de Difusão de Tecnologias para Construção Habitacional de Baixo Custo;

COHAB – Companhia de Habitação;

ITA – Instituição Técnica Avaliadora;

DATec – Documentação Técnica;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland;

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo;

OSB – Oriented Strand Board (Painel de Tiras de Madeira Orientadas);

SINDIMADEIRA – Sindicato da Madeira;

PVC – Policloreto de Vinila;

1 INTRODUÇÃO

1.1. A Escolha do Tema

O setor da construção civil brasileira, no tocante à produção e comercialização de habitações populares e novos insumos para construção, vem vivenciando uma fase de grande incentivo, através da chegada de novos investimentos, programas e tecnologias.

Esse notável crescimento, iniciado em 2006 através do *boom imobiliário*, não encontrou grandes obstáculos até mesmo em 2009, quando a crise financeira mundial obrigou empresas do setor a pisarem no freio e cancelarem lançamentos no 1º semestre do ano. A retomada nas vendas no 3º semestre de 2009 gerou lucros que compensaram a estagnação inicial.

Em 2010, o setor atingiu um crescimento de 11% em relação ao ano anterior, um valor recorde. Tal desempenho deveu-se, em grande parte, ao aumento do crédito e dos recursos no programa Minha Casa Minha Vida.

Apesar do otimismo, o setor ainda é dominado por uma mentalidade muito conservadora relativa às inovações tecnológicas e pela autoconstrução, que responde por quase 80% de todas as construções no país.

Tais dados realçam a fragilidade das políticas habitacionais, ausência de apoio técnico e de incentivo às novas tecnologias na construção civil brasileira.

Diante desses problemas levantados, das potencialidades e das novas possibilidades geradas pela construção civil no país, conclui-se que nunca houve um momento tão propício para se incentivar o emprego de novas soluções construtivas para atendimento às famílias de baixa renda, as maiores vítimas do déficit habitacional existente no país.

1.2. Delimitação do Tema

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo central desse trabalho é elucidar todos os segmentos da população ligados ao setor de habitação sobre os novos sistemas construtivos adotados no país, que são viáveis economicamente no atendimento às famílias de baixa renda (que representam o grande volume de pessoas atingidas pelo déficit habitacional), de modo a beneficiar também a indústria da construção civil, a mão-de-obra, os órgãos públicos e também, a própria população, através da autoconstrução, com os devidos suportes do governo.

1.2.2. Objetivos Específicos

Em busca de atingir o objetivo central proposto acima, o trabalho apresenta uma análise crítica das políticas habitacionais brasileiras adotadas ao longo da história. Em seguida, é analisado como tem sido a implementação de novas tecnologias na construção civil no país. A seguir, são apresentados dados que revelam a gravidade déficit habitacional do país, a caracterização e as necessidades de cada região.

Diante dessa contextualização, são apresentados sistemas construtivos que oferecem novas tecnologias e técnicas, através da utilização de uma maior parcela de insumos industrializados (inovadores tecnologicamente ou não) no canteiro de obras e de utilização racional tais insumos através de técnicas construtivas diferenciadas. Terão destaque, inclusive, programas habitacionais que possuem tais sistemas.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Histórico da Habitação Social no Brasil

2.1.1. As Iniciativas na Habitação Social na República Velha

No período da República Velha (1889-1930) as iniciativas estatais no setor de habitações populares no país foram praticamente nulas. Naquela época, o Estado mantinha esse setor às livres forças do mercado, privilegiando a iniciativa privada na construção, investimento ou aquisição de casas de aluguel para operários.

Nessa época, foi intenso o crescimento das cidades brasileiras, especialmente na Região Sudeste (a população de São Paulo, por exemplo, aumentou quase 15 vezes de 1886 para 1920 – de 40 para 580 mil habitantes). Tal crescimento astronômico deu-se com uma enorme valorização dos terrenos, prédios e glebas da cidade, além de intensa produção de habitações para aluguel (em 1920, em São Paulo, cerca de 81% das residências eram de aluguel, mas como grande parte dessas eram cortiços nos quais mais de uma família habitava, quase 90% da população morava em casas de aluguel).

Para atender a essa vasta demanda, vários tipos de habitações de aluguel foram criados, visando o atendimento de diversas classes sociais. Entre aqueles que atendiam à faixa popular estavam os cortiços (moradias de operários) e as de casas geminadas de ruas particulares e vilas.

Nessa época, os aluguéis eram entregues à livre negociação entre locador e inquilino, sem intervenção de regulamentações estatais. Com isso, tais aluguéis eram um sério ponto de conflito.

As poucas iniciativas de produção habitacional através do Estado ocorreram no Rio de Janeiro e Recife. Nessa última cidade, surgiu, em 1924, a Fundação Casa Operária, talvez a primeira instituição pública nacional para produzir habitações sociais.

2.1.2. O Início da Intervenção Estatal na Questão Habitacional

O início da produção de grandes projetos de habitação social no Brasil ocorreu no período do Estado Novo do governo de Getúlio Vargas (1937-45), momento no qual o Estado passou a intervir no processo de produção e no mercado de aluguel imobiliários. Tal intervenção adotada no setor habitacional foi parte integrante de uma ampla assunção do estado em todos os setores da economia brasileira para o desenvolvimento de uma sociedade de cunho urbano-industrial e capitalista.

A intervenção estatal no setor habitacional, ao mesmo tempo, ampliou a legitimidade do regime e viabilizou uma maior acumulação de capital no setor urbano através da redução de custo com a força de trabalho.

As principais medidas no setor habitacional nessa época foram:

- a) O Decreto-lei do inquilinato de 1942, que congelou aluguéis e regulamentou o relacionamento em locadores e inquilinos;
- b) A criação das carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Previdência (IAPs) e da Fundação da Casa Popular, que iniciaram a produção de moradias subsidiadas e viabilizaram parcialmente o financiamento da promoção imobiliária;
- c) O Decreto-lei nº 58, que regulamentou a venda de lotes urbanos a prestações.

No entanto, é equivocado considerar as políticas habitacionais da época como articuladas e coerentes, devido às lutas políticas e jogos de interesse, sem uma política centralizada de intervenção, fragmentando o poder do Estado. Não houve nem uma estratégia estruturada nem um órgão com poder para lidar com os problemas de cunho habitacional no país, tampouco uma integração adequada entre os órgãos existentes para esse fim naquela época.

O principal descaso entre as medidas adotadas no setor habitacional aplica-se à Fundação Casa Popular, que tinha objetivos muito ambiciosos para a época (tal Fundação propunha a financiar a moradia, infra-estrutura, saneamento, indústria de material de construção, pesquisa habitacional e

formação de pessoal técnico), além de possuir poucos recursos e ser desarticulada com outros órgãos. Sua implementação exigia controle dos recursos gerados pelo Instituto de Aposentadoria e Pensões (IAPs), instituto que sempre se opôs à Fundação Casa Popular. Essa oposição, somada com a deposição de Vargas do governo, em 1945, abortaram essa Fundação, que foi a 1ª de caráter nacional a tratar da questão da moradia de baixa renda.

Já a Decreto-lei do Inquilinato de 1942 foi uma medida de enorme alcance que provocou grandes transformações na produção, distribuição e consumo de moradias populares, uma vez que na década de 40 a grande maioria dos moradores das grandes cidades eram inquilinos. Essa medida suspendeu o direito absoluto de propriedade, e fez com que o interesse social ultrapassasse os mecanismos de mercado.

Porém, a medida fundamental na produção de habitação popular foi a criação, em 1937, das carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs). Tais carteiras possibilitaram a aplicação na construção civil de imensos recursos sem utilização existentes nos IAPs. Tais recursos eram divididos em 3 planos: financiamento de habitações populares (planos A e B) e incorporação imobiliária para setores de média renda (plano C). Porém, a baixa rentabilidade dos investimentos nos planos A e B colocaram em cheque a pertinência desses investimentos. Com isso, os IAPs passaram a investir apenas no plano C, que tinha alta rentabilidade por financiar a produção de habitações de classe média. Mesmo assim, vale ressaltar que as carteiras dos IAPs tiveram alta produtividade entre 1946 e 1950, chegando a representar cerca de 25% do total de imóveis no estado do Rio de Janeiro.

As casas produzidas pelas carteiras das IAPs, ao contrário das casas produzidas pelo BNH a partir de 1964, tinham dimensões compatíveis com as necessidades de uma família de trabalhadores e, na época, inovaram arquitetônica e urbanisticamente, com várias soluções racionais e econômicas.

Por fim, o Decreto-Lei 58, de 1937, foi a 1ª lei federal a regulamentar a questão do parcelamento do solo para fins urbanos. Porém, tal objetivo foi atingido de forma secundária, uma vez que tal lei visava regulamentar a venda de terrenos a prazo. Mas a lei não se adequava às necessidades sociais, e evoluiu para a atual Lei 6766/79.

2.1.3. A Crise da Moradia Popular até a Criação do SFH

Durante a década de 40 as grandes cidades do país passaram por uma grande crise no setor habitacional. O congelamento dos aluguéis, ocorrendo em um período de inflação crescente, desfavoreceu o investimento em moradias de aluguel, incentivando a venda das casas então alugadas. Tal situação fez com que os investidores parassem de construir habitações, aumentando muito a carência de habitações nas grandes cidades brasileiras.

Com a escassez de habitações, o aluguel das casas tornou-se altíssimo e os proprietários das casas de aluguel expulsavam os inquilinos para recuperarem o investimento em seus imóveis. Com isso, quem era dono das casas de aluguel não foi prejudicado, mas muitos trabalhadores de baixa renda ficaram sem opções de moradia. O despejo foi, portanto, um dos principais fenômenos que gerou, nas periferias das grandes cidades, a construção de um grande número de casas informais (favelização), a partir dos anos 40.

Para agravar a situação, a especulação imobiliária, a elevada inflação e o aumento da infra-estrutura nas grandes cidades elevou ainda mais os preços de imóveis e terrenos, agravando ainda mais a situação.

Entretanto, vale ressaltar que essa crise é fruto também, por um lado, da transferência, para o trabalhador e o Estado, dos encargos necessários à edificação da moradia popular, e por outro lado, pela ascensão de novos tipos de empreendimentos imobiliários, como a incorporação de prédios de escritórios e apartamentos destinados à venda para empresas e classes de renda mais elevada, sendo esses empreendimentos bem mais lucrativos que a construção de habitações populares.

Com isso, conclui-se que a intervenção habitacional iniciada no governo de Vargas, apesar de ter cunho social (em oposição ao que ocorre a partir de 1964), teve erros e contradições que geraram efeitos contraproducentes no desenvolvimento das habitações populares e qualidade de vida das grandes cidades brasileiras.

2.1.4. A Trajetória do SFH até 1999

O SFH (Sistema Financeiro da Habitação) surgiu em 1964, integrando o BNH (Banco Nacional de Habitação). A reforma financeira de 1964 instituiu correção monetária, permitindo atração de poupança para o setor e a capitalização do SFH.

O BNH era o órgão gestor e normatizador do SFH, que tinha, como principais recursos (atualmente geridos pela CAIXA), a poupança voluntária proveniente do SBPE (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos) e do FGTS (Fundo de Garantia de Tempo de Serviço), um mecanismo de poupança compulsória.

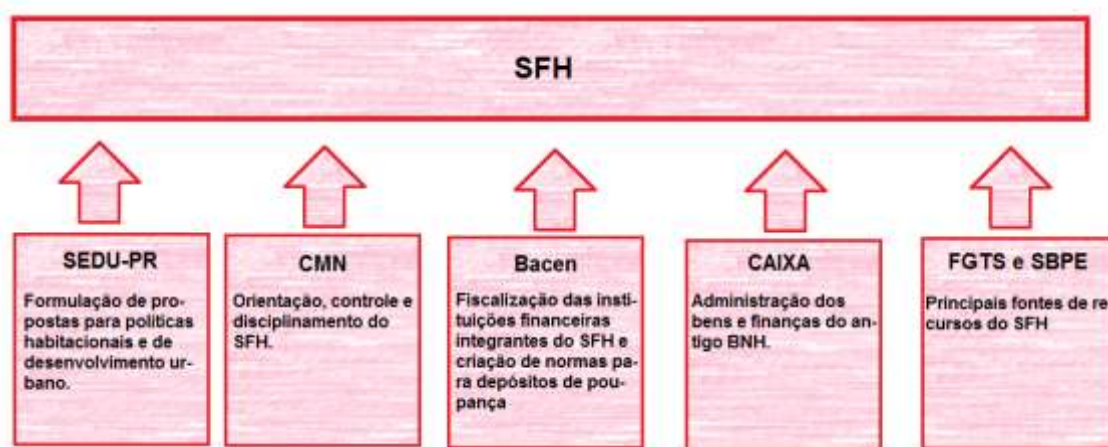
O SFH alcançou o apogeu na década de 70 e início da década de 80, quando atingiu uma média de 400 mil financiamentos/ano. Porém o problema crônico do SFH era o descompasso entre os reajustes salariais e das prestações. Tal problema não teve resolução adequada do governo, o que levou o SFH ao declínio. O Plano de Equivalência Salarial (PES), criado em 1984, surgiu para sanar esse descompasso, fazendo com que as prestações se reajustassem anualmente em proporção ao aumento do salário-mínimo, enquanto os saldos devedores variavam trimestralmente. Outro mecanismo para sanar tal problema foi o FCVS (Fundo de Compensação de Variação Salarial), que quitaria a dívida restante do mutuário do PES, quando caso prazo superasse 50% do contrato inicial. O FCVS era financiado por uma sobretaxa nas prestações dos mutuários.

Outro fator responsável pela queda do SFH foi a inflação, que não passava de 45% anuais na década de 70, e chegou a níveis de 2.000% no fim da década de 80, levando à desvinculação das prestações do PES e os reajustes salariais. Foi necessário criar subsídios para o pagamento das prestações para reduzir as inadimplências. Esses subsídios oneravam o FCVS, que não dispunha de nenhum recurso orçamentário para cobrir tais contribuições aos proprietários. Infelizmente, na maioria das vezes, esses subsídios não beneficiaram as famílias de baixa renda, e se esgotaram de modo a impedir que futuramente outras pessoas fossem beneficiadas por ele.

Outro fator que contribuiu para queda do SFH foi a má administração do FGTS. Tal queda decretou o fim do BNH, em 1986.

Durante o período de funcionamento do BNH (1964-86), cerca de 25% das novas moradias construídas no país foram financiadas por esse órgão. Um número relevante, porém muito aquém do necessário para lidar com o processo de urbanização e do déficit habitacional do país.

Em 1986, o SFH sofreu uma profunda reestruturação, com a extinção do BNH e distribuição de suas atribuições entre o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (MDU), o Conselho Monetário Nacional (CMN), o Banco Central do Brasil (Bacen) e a CAIXA. Ao MDU, coube formular propostas de política habitacional e desenvolvimento urbano. A função do CMN foi de exercer função de Órgão central do Sistema. Já o Bacen ficou com atividades de fiscalização das instituições financeiras do SFH e criação de normas para os depósitos da CAIXA. Atualmente, as funções exercidas pelo MDU pertencem à SEDU-PR (Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República).



Gravura 01: Estruturação atual do SFH.

Fonte: Carlos Alberto Chamone de Freitas.

No ano de 1990, durante o governo Collor, foi criado o Plano de Ação Imediata para Habitação, que propunha o financiamento de 245 mil habitações. Através de financiamentos cobertos pelo FGTS, recursos do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) e valores orçamentários, para atender famílias com renda de até cinco salários mínimos, foram feitas 260 mil casas até 1994.

Porém, vale dizer que, durante o governo Collor, ocorreu uma paralisação total dos financiamentos com recursos FGTS, que durou de 1991-

95, justificado por decisões políticas equivocadas e suspeitas de corrupção na liberação de contratos, com valores acima da capacidade do FGTS.

Durante o ano de 1995, houve uma retomada nos financiamentos e o setor habitacional recebeu a implementação de 2 programas: o PRÓ-MORADIA, para quem ganhava até 3 salários mínimos, e a Carta de Crédito, para quem ganhava de 3-12 salários mínimos.

O PRÓ-MORADIA, atualmente mantido com recursos FGTS e gerido pela CAIXA, busca urbanizar áreas inadequadas à moradia, adquirir e produzir lotes urbanizados, financiar materiais de construção, produzir conjuntos habitacionais e desenvolver a administração pública. Porém, devido à proibição do financiamento para o setor público, em 1998, tal programa foi paralisado, só voltando a funcionar recentemente.

A Carta de Crédito, por sua vez, é uma linha de financiamento que fornece subsídio para compra da casa própria, que passou a absorver a maior parte dos recursos do FGTS. Entre 1995 e 2003, cerca de 85% de seus financiamentos foram voltados à materiais de construção e aquisição de móveis usados. Atualmente essa linha de financiamento é conjugada com o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

Em 1999, criou-se o PAR (Programa de Arrendamento Residencial), voltado para produção de unidades novas para arrendamento, que utiliza recursos do FGTS e outros recursos, de origem fiscal.

Porém, a criação desses programas nem sempre levou à interferências positivas no combate do déficit habitacional, uma vez que 78,84% dos recursos desses programas atenderam à famílias com renda superior a 5 salários mínimos, faixa na qual concentra-se menos de 10% do déficit habitacional.

O Programa Pró-Moradia foi especialmente afetado por problemas advindos tanto da ordem econômica quanto do atendimento inadequado à faixa de famílias com renda de até 3 salários mínimos e as medidas do governo FHC acabaram por reduzir o espaço do poder público de atuar em programas de habitação social. As limitações às concessões de crédito anularam operações de financiamento, através do FGTS, nas áreas de habitação e saneamento.

Com esses problemas, o SFH foi se desarticulando ainda mais, com seu poder de decisão sendo cada vez mais reduzido, devido à falta de estratégia e descontinuidade para enfrentar o problema da habitação.

2.1.5. O Projeto Moradia e o Plano Nacional de Habitação

Em 2000, foi criado o Projeto Moradia, para o equacionamento global da questão habitacional do país. Tratou-se de uma estratégia envolvendo todos os setores do governo, setor privado e ONG's, Universidades, etc. Para realização das metas desse Projeto, especialistas, administradores públicos e militantes da área de habitação foram ouvidos e propostas sobre o tema, recolhidas. Após a avaliação das necessidades a serem atendidas pelo Programa, estabeleceu-se um plano de metas com prazo de 15 anos para a resolução definitiva do déficit habitacional.

Definido o diagnóstico e a definição da estratégia geral, as propostas criadas buscavam atender à 4 propósitos:

a) Formar o Sistema Nacional de Habitação (SNH), capaz de articular todos os órgãos públicos existentes voltados para habitação, uma vez que tais órgãos adotavam regras diferentes de financiamento, dispersando recursos em intervenções sobrepostas que culminaram na desestruturaram do SFH;

b) Criar um sistema único de financiamento, eliminando planos específicos de financiamento, adequando o financiamento à capacidade de pagamento dos beneficiários;

c) Estimular o desenvolvimento tecnológico, para barateamento e melhorias na qualidade do produto final;

d) Criar condições para facilitar e baratear o acesso à terra urbanizada.

O SNH, foi criado para ter a participação dos 3 níveis de governo (federal, estadual e municipal), os fundos de habitação, Conselhos de Habitação (COHAB's) e órgãos da administração direta encarregados de gerir habitação e desenvolvimento urbano, a Agência Nacional de Regulamentação do Financiamento Habitacional (para assumir as funções do Banco Central na regulamentação de financiamento habitacional, dirigindo esse último ao atendimento de objetivos de política habitacional apenas).

Quanto ao sistema único de financiamento, a ser financiado com recursos de origem fiscal, e o FGTS, foi criado para atender uma faixa de

famílias menor renda. Quanto menor a renda da família atendida, maior a participação dos recursos de origem fiscal no financiamento. Quanto maior a renda da família atendida, maior a participação do FGTS no financiamento.

Já o que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico incentivado pelo Projeto Moradia, esse foi fundamental na redução da diferença entre valores de financiamento e capacidade de pagamento da população.

Por fim, o barateamento e acesso às terras urbanizadas foi facilitado pela criação do Estatuto da Cidade, em 2001, uma vez que esse combateu a especulação com imóveis ociosos, criou mecanismos para regularização fundiária e estabeleceu zonas especiais de interesse social para preservação e valorização imobiliária, terrenos adequados e moradia digna.

Já a Medida Provisória nº 2.212 de agosto de 2001 criou o Programa de Subsídio à Habitação (PSH), que permitiu que instituições financeiras financiem 100 mil habitações populares para famílias com salário de R\$ 580,00 até R\$ 1.000,00, através de R\$ 350 milhões em subsídios do OGU (Orçamento Geral da União).

Durante o governo Lula, em 2003, foi criado o Ministério das Cidades, integrando o Projeto Moradia, e buscando solucionar problemas de habitação, saneamento, transportes urbanos e planejamento territorial. Apesar de frágil, tal órgão representa o mais importante instrumento público de combate ao déficit habitacional desde a extinção do BNH, e avança em termos de centralização no tratamento das questões habitacionais.

Tal Ministério surgiu com o objetivo de coordenar e formular a Política Nacional do Desenvolvimento Urbano, integrando políticas ligadas às questões urbanas. Outra função de tal Ministério foi a articulação e qualificar diferentes entes federativos para montagem de estratégia nacional para solucionar os problemas urbanos nacionais.

A principal fragilidade do Ministério é a sua competição com a CAIXA. Principal agente financeiro dos recursos do FGTS, o banco é subordinado ao Ministério da Fazenda e está presente em todos os municípios do país, tendo poder suficiente para decidir sobre a maioria dos financiamentos e acompanhamentos de obra.

Já no tocante ao Projeto Moradia, o principal progresso foi a criação do Conselho Nacional das Cidades, em 2003, e a reunião, de representantes de

todas as classes sociais do país, na Conferência Nacional das Cidades. Tal conferência nacional foi fruto de conferências menores, (municipais e estaduais). No total, 3.457 municípios participaram desse grande processo, gerando uma grande política nacional urbana.

As dificuldades enfrentadas no Projeto Moradia encontravam-se especialmente no âmbito da política econômica, uma vez que a mesma derivava do período do governo FHC, de altas taxas de juros e grandes restrições ao uso de fontes fiscais.

Com o FGTS sendo a principal fonte de recurso e sem subsídio até 2005, o perfil de renda da população atendida pelo Projeto Moradia foi alterado, buscando-se uma faixa de renda menor. Mas a alteração dos programas habitacionais estava ocorrendo lentamente, com dificuldades em abandonar os modelos estruturados no governo FHC. Vale dizer, porém, através da ampliação dos recursos para subsídio, iniciada em 2005, os programas estão buscando atender às faixas de famílias de menor renda. No tocante ao atendimento à associações e movimentos, buscou-se recursos de um fundo antes desativado, o FDS (Fundo de Desenvolvimento Social), para, através de auto-gestão e mutirão (de modo a favorecer o financiamento), produzir habitação social.

2.1.6. O Atual Boom Imobiliário

A indústria da construção civil brasileira tem passado por um grande nível de crescimento. Tal fenômeno, chamado de *boom imobiliário*, iniciou-se em 2006 e fez com que o mercado imobiliário sofresse uma nova transformação, com medidas destinadas a solidificar o crescimento da construção civil. Ainda em 2006 lançou-se o pacote de incentivos à construção habitacional, com liberação de 8,7 bilhões para financiamento do SFH e a isenção ou redução do IPI de materiais de construção da cesta básica.

Porém, o *boom imobiliário* iniciado em 2006 é atribuído principalmente à grande expansão do crédito habitacional. Com a flexibilização das condições de garantia e redução de renda familiar mínima exigida, prazos estendidos e conseqüente redução de valor da prestação, a aquisição da casa própria tornou-se bem mais acessível à classe média do que num período anterior. Além disso, pode-se afirmar que a estabilidade geral no nível dos preços permitiu um encorajamento da classe média. A partir do momento que as inadimplências reduziram-se, os bancos privados passaram a interessar-se pelo crédito imobiliário. Quando o Governo permitiu que esses bancos ofertassem financiamentos com Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos (SBPE), os créditos imobiliários passaram a interessar bem mais aos agentes bancários. Essa atitude do governo fez com que se reduzissem as taxas de captação de recursos, mas as taxas de juros cobradas para os clientes mantiveram-se elevadas. Com isso, as operações de financiamento dos bancos tornaram-se bem mais lucrativas.

Como conseqüência, em 2007, houve uma expansão da construção civil no país, sendo que enormes recursos foram disponibilizados para financiar a aquisição de imóveis. No SBPE o número de operações de financiamento aumentou 73,7% em relação a 2006. Isso também foi fruto de uma abundância de recursos do Sistema e houve um aumento regular da captação de cadernetas de poupanças em relação aos saques.

Em Janeiro de 2007, o Governo Federal lançou o Programa de Aceleração e Crescimento (PAC), que trouxe maior otimismo com relação ao

setor de construção. Com um programa ambicioso, o PAC visa melhorar a infra-estrutura em áreas defasadas como transporte e habitação.

No tocante ao PAC, o SNH formulou instruções e orientações relativas à programas, projetos e fundos relativos à regularização fundiária, habitações de interesse social, urbanização em áreas precárias, etc.

Após a crise financeira mundial de 2008, o PAC integrou-se à política econômica geral do governo para sustentar os investimentos. Com isso, os investimentos nesse Programa foram aumentados.

Quanto à questão habitacional, o Governo Federal lançou, em março de 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que busca incrementar o PNH com a construção de 1 milhão de moradias. Sem prazo para cumprir tal meta, o Governo disponibilizou R\$ 34 bilhões, oriundos de recursos da União e FGTS. Tal programa destina-se às famílias de renda de até 10 salários mínimos, sendo que as famílias de até 3 SM atendidas pelo programa terão subsídio integral, e as famílias de 3-6 SM terão subsídio parcial.

Tal programa buscou retomar o crescimento econômico do país e deter a crise financeira mundial. O volume de investimentos do governo federal no programa para habitação popular, embora insuficiente para atender aos problemas do déficit habitacional no país, é muito superior ao investido nos programas anteriores, e o subsídio integral às famílias com menos de três salários mínimos é uma reivindicação popular que finalmente foi atendida.

O Programa também buscou beneficiar, com uma pequena parcela do total de seu orçamento (1 bilhão de reais) à produção de moradia em parceria com associações (tais como a ABCP [Associação Brasileira de Concreto e Cimento Portland]) e cooperativas. O PMCMV também criou procedimentos que agilizam e simplificam a regularização fundiária de favelas e assentamentos precários em áreas urbanas e também privilegiou o registro de imóveis em nome de mulheres, uma vez é cada vez mais comum o fato dessas mulheres serem chefes de família.

Porém, das novas moradias que seriam construídas pelo programa, apenas 40% (400 mil) serão destinadas às famílias de 3 salários mínimos, faixa que concentra quase 91% do déficit habitacional do país. Outra coisa a ser contestada sobre o PMCMV foi o fato da construção de habitações populares

ficar predominantemente nas mãos de construtoras e empresas imobiliárias, em detrimento dos governos municipais e estaduais.

O resultado do PMCMV foi de dar nova dinâmica ao setor da Construção Civil (dinâmica essa que deve perpetuar), mas até dezembro de 2010, do total de 1.003.000 casas contratadas para serem concluídas na 1ª fase do Programa, menos de 1/4 foi entregue, segundo dados da CAIXA (247.257 habitações). Com isso, a finalização das mais de 750 mil moradias restantes ficaram para 2012. Tal demora na entrega de moradias explica-se através dos ciclos longos de conclusão (12 a 24 meses) dos empreendimentos habitacionais, além da burocracia.

Outro porém sobre o andamento do programa foi o não atendimento, nas grandes cidades, da população de baixa renda, devido à falta de terrenos e valor estipulado para os imóveis (em São Paulo, por exemplo, das 75 mil unidades contratadas para essa faixa da população, apenas 20 mil foram executadas).

Em março de 2010, o governo federal apresentou o Minha Casa Minha Vida 2. Segundo estudos da FGV (Fundação Getúlio Vargas), entre 2011 e 2014, durante o governo de Dilma Roussef, os investimentos na construção civil relativos ao PAC 2 serão de 137 bilhões de reais. Tais investimentos gerarão 2,8 milhões de empregos/ano. Metade desse investimento e desses empregos gerados serão voltados à segunda etapa do PMCMV, que tem como objetivo a construção de 2 milhões de habitações populares até 2014.

Mas essa 2ª fase do PMCMV precisa ser aperfeiçoada para que haja um aumento tanto na produtividade quanto na verticalização das construções.

2.2. Inovações Tecnológicas nas Edificações do Brasil

2.2.1. O Conservadorismo da Construção Civil Brasileira

Apesar da indústria da construção civil poder ser caracterizada como uma “indústria de protótipos” e realizar produtos únicos, no Brasil, paradoxalmente, verificamos uma semelhança entre a organização, soluções técnicas (predominância de concreto moldado “in loco” e alvenaria) e mão-de-obra dos canteiros de obras.

Tal limitação de opções, que tem como consequência uma limitação de resultados finais de produtos, é especialmente notável no mercado de incorporação privativa, na qual cada empresa possui um “padrão de obra”, com, pouca variedade de soluções e materiais. Tal estratégia das construtoras destina-se a obter um maior controle qualitativo de seus produtos: é mais fácil dominar um número de soluções restritas. As inovações só ocorrem de 2 maneiras: ou através da prática de melhoramentos incrementais ou através do caráter cumulativo na apreensão do conhecimento e na formulação de inovações. Geralmente essas inovações surgem predominantemente de tecnologias anteriormente utilizadas pelos projetistas e construtores e os novos materiais e componentes não apresentam inovações radicais e são, na maioria, inovações incrementais.

Como a construção civil é a “indústria da forma” e não a “indústria de série”, nela, por depender de uma produção variável na forma, o aumento da produtividade é muito mais vinculado à intensidade do das empresas do ramo, portanto, isso explica a ênfase mais na questão organizacional, na gerência e no controle de qualidade e menos nos produtos e processos.

Com isso, a questão dos produtos e processos tecnológicos fica nas mãos de fornecedores de equipamentos e materiais, sendo que advém deles as inovações tecnológicas. Grande parte desses fornecedores são de origem multinacional com fortes oligopólios na área de tintas, gesso e cimento.

Houve um maior progresso na área de materiais que nos processos de construção, diminuindo o valor agregado da construção e aumentando o poder

do setor de materiais da construção civil. Tal progresso foi graças ao fato da produtividade desses fornecedores ser elevada o suficiente a ponto deles financiarem pesquisas de desenvolvimento de seus produtos autonomamente. A concorrência entre esses fornecedores gerou associações de produtores para divulgar materiais com poucas diferenciações entre eles.

Algumas vezes, tal semelhança entre os produtos desses fornecedores impede uma concorrência entre eles, mas entre eles e fornecedores de produtos alternativos, mais avançados tecnologicamente, como ocorre entre estruturas de aço e as de concreto, aglomerantes à base de cal e aglomerantes à base de cimento, etc.

Porém, esses fornecedores têm suas estratégias dependentes do setor de edificações. Atendendo diversas obras e construtoras, tais fornecedores atingem uma produtividade de “indústria de escala”, apesar de haver casos nos quais elas se tornam “fornecedores especializados”. A hegemonia é obtida através do conhecimento especializado dos fornecedores, aperfeiçoado através de uma vasta experiência no atendimento às obras e construtoras e conhecimento da experiência de terceiros.

O usuário (no caso o construtor) entra nesse cenário, não como um aprovador de uma novidade adotada pelos fornecedores. Na verdade, com a segmentação da cadeia de produção no país, há, conseqüentemente, uma fragmentação das obrigações dos fornecedores intermediários perante o consumidor final, e a cadeia de produção é ainda muito concentrada sobre a ponta da venda. Tal “personalização” somente ocorre com mais freqüência no setor público e grandes organizações, que encomendam projetos a especialistas e apenas depois licitar a obra. Nesses casos, o “proprietário” confunde-se com construtor e suas decisões estarão dependentes tanto da lógica comercial como das necessidades de produção.

Se a tecnologia preexistente é adaptável a uma nova situação, ela possibilita a condução dos construtores nesse processo, mas quando há introdução de nova tecnologia, os fornecedores passam a dar as definições necessárias. No Brasil, tais fornecedores buscam amparar seus consumidores com assistência técnica para o êxito da utilização de seus produtos, além de incentivar terceiros a executar serviço de aplicação de seus produtos, fazendo uma parceria que valia como uma divulgação de sua tecnologia.

2.2.2. Identificação e caracterização da Inovação nas Edificações

Há uma grande diferença entre um produto novo e inovação de processo. Cada produto é diferenciado em relação ao outro e poderia ser chamado de “novo”, mas se ele é executado com as mesmas matérias e insumos que os demais, ele pode ser considerado “velho”. Mesmo com introdução de novos insumos, como novas esquadrias e revestimentos, nem sempre a edificação é “inovadora”. E há muitas inovações que não exigem novos equipamentos, mas substituição de insumos.

Para o mercado, o “novo” incorpora, *de modo perceptível ao usuário*, uma qualidade ou utilização diferenciados dos demais produtos preexistentes. No mercado de incorporação privado, tal fato ocorre com agregação de serviço ao produto, com algumas adaptações espaciais e formais dos produtos, como é o caso de apart-hotéis e residence services. O produto também pode ser inovador, com a implementação de novos equipamentos, como os de controle ambiental e energético, nos “edifícios inteligentes”. É desse modo que a inovação é mais notada.

A introdução de novos produtos, na forma de insumos para construção, não altera o produto final tão evidentemente para o usuário, mas repercute em características como manutenção da edificação. Porém a vinculação desses novos produtos a novas tecnologias leva a novas formas de organização para o construtor e seus fornecedores.

Combinados com novas soluções projetuais, os novos insumos podem reduzir significativamente o preço final dos produtos, e novos padrões de concorrência entre empresas, o que é muito vantajoso para o usuário. A “inovação de processo” acaba levando a uma “inovação de produto”. Os insumos inovadores são produtos “para construção” e não produtos “da construção” e são “inovações de processo”.

Quanto aos produtos “da construção”, que agregam de serviços e redesenho de produto, apesar de não agregarem nenhuma alteração nas estruturas de produção, se tratam de excelentes instrumentos para propulsão de venda e da produção.

Já os produtos “da construção” tecnologicamente inovadores podem até ter aspecto convencional para o leigo, com diferenças no desempenho apenas na produção, e geralmente, ao longo de uso. A diferenciação de desempenho e produção e, por conseqüência, no mercado, são fundamentais para a impulsionar mudanças no setor, daí sua importância. Como exemplo, temos a utilização de materiais mais caros na construção civil, mas com desempenho superior. Como são mais caros, esses insumos levam a uma racionalização maior na produção, através de procedimentos e organizações novos.

Quanto à inovação organizacional, não existe uma total fragmentação entre tecnologia de produtos e tecnologia organizacional, pois muitas vezes um novo equipamento é necessário para alterar a organização de uma empresa do ramo. Exemplos dessa interação são o surgimento de pré-moldados em escala industrial e do CAD (Computer Aided Design), implementado em massa no Brasil na década de 90, sendo que este último, para obter êxito, necessitou de novas estruturas gerenciais e uma série de novos procedimentos. Tal aparato fez com que as formas de gestão baseadas na normatização do tempo e definição e rotinização de procedimentos desestabilizassem-se.

Portanto são três os níveis de inovação na construção: as existentes no processo de produção, as existentes no processo de construção e finalmente, as inovações na organização da estrutura da produção.

Tabela 01: Níveis de inovação na construção civil.

Fonte: AMORIM (1996).

Nível de Inovação	Objetivos Associados Principais
<i>Produto</i>	<i>Competitividade:</i> prazos e variedade dos produtos
<i>Processo</i>	<i>Produtividade:</i> controle e intensificação do trabalho
<i>Organização</i>	<i>Flexibilidade:</i> capacidade de adaptação a um mercado “mutante”

2.2.3. A Chegada das Inovações Tecnológicas na Construção Civil Nacional

As mudanças de postura no governo federal brasileiro relativos à construção habitacional trouxeram modificações do setor de edificações, tanto em se tratando da tecnologia empregada quanto na sua organização.

Tais modificações ocorreram graças à redução do financiamento estatal nas edificações, junto com outros modos de intervenção correlatos. E queda desses financiamentos foi drástica em comparação com o número de edificações produzidas.

Com menos financiamentos, os preços e margens de lucros do setor ficaram menores, obrigando as empresas do ramo a serem mais produtivas. Para isso elas passaram por um processo de inovação e reorganização tecnológica. Tal processo foi fortalecido pela escassez de alguns produtos, consumidores mais exigentes e a competição entre empresas.

Através de dados do CREA-RJ (e seus registros de ART), e do SINDUSCON-RJ, entre os anos de 1986 e 1993, houve uma queda considerável no número de grandes empresas (mais de 50 funcionários), devido à queda do número de financiamentos em 92-93. Já as empresas de pequeno porte (até 5 funcionários) e profissionais autônomos cresceu, devido à informalização do mercado e do esfacelamento de empresas maiores, que resultaram em empresas com menor quadro técnico. Já empresas médias (de 15 a 50 funcionários) não sofreram grandes influências dos fatores externos.

Tais dados indicam que entre 1987-90 ocorreram mudanças importantes, consolidando-se uma nova situação de mercado, com a redução de alterações relativas, pela provável redução da intervenção do Estado.

O movimento de reorganização das empresas da construção mais dinâmicas ocorreu visando maximizar os ganhos, controlando eficazmente todo o processo produtivo, antes muito fragmentado. Tal medida se compara com o ocorrido nas construtoras européias, em um período anterior.

Porém, o principal fator que levou a construção civil à modernização foi a abertura do mercado nacional, em 1990, durante o governo Collor, que levou à entrada de produtos importados, em grande parte mais evoluídos

tecnologicamente que os nacionais. Essa situação forçou uma atualização e uma melhor competitividade nos preços dos insumos nacionais.

Quanto ao construtor, este foi diretamente beneficiado através do controle da inflação, em 1994, com o Plano Real. Contida a inflação, o mercado imobiliário aqueceu-se com o aumento da concorrência.

Além do mais, houve uma fundamental influência do Código de Defesa do Consumidor (que levou o comprador a se tornar mais exigente) e a NR-18, que exigiu condições mínimas de segurança e conforto no trabalho da construção civil.

Tais modificações, tanto do ponto de vista econômico quanto legislativo, obrigou os construtores a buscarem a modernização. Um exemplo disso foi o lançamento dos primeiros programas de qualidade do SindusCon-SP. Tal programa evoluiu para o PBQP-H, que tem, entre seus objetivos principais, fomentar a introdução de inovações tecnológicas na construção civil e tomar medidas para aumentar a eficiência de toda cadeia produtiva da construção civil. Há um certo tempo, o PBQP-H tem sido utilizado de maneira obrigatória para aprovação de empreendimentos a serem financiados pelo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e o PMCMV (Projeto Minha Casa Minha Vida).

Consideradas as únicas formas de redução dos desperdícios, aceleração do ritmo das obras e garantia da qualidade do produto final, a “racionalização” e a “industrialização” passaram a ser palavras de ordem. Como conseqüência, surgiram muitos sistemas construtivos inovadores. Com isso, o governo decidiu incentivar, no início da década de 90, vilas tecnológicas para avaliação e demonstração de vários sistemas. Porém o incentivo do governo à produção em série de habitações acabou não ocorrendo e as tecnologias inovadoras caíram no ostracismo pela falta de uso. Porém, alguns conceitos perduraram, como a alvenaria racionalizada, que busca, através de modulação de blocos de concreto, minimizar as perdas nas obras.

Foi também a partir dessa época, que, através de uma análise de vários pontos negativos no setor da construção civil (baixa produtividade, grandes desperdícios, domínio tecnologias convencionais, uso de equipamentos rudimentares, mão-de-obra desqualificada, etc.). O que se concluiu é que pode-se, através da gestão de qualidade, melhorar a tecnologia.

As empresas passaram a focar nas demandas dos clientes e a ter domínio sobre as etapas das obras. Aos poucos, tanto os construtores quanto os usuários e fornecedores compreenderam que a qualidade de um produto depende, conjuntamente, do projeto, planejamento, obra, suprimento e assistência técnica. Assim, o atendimento, tanto do cliente interno quanto externo, influenciou na geração de projetos de produção como o projeto de fachada, fôrmas, etc. Com isso, passou-se a creditar que as edificações eram os próprios clientes dos construtores, e, ao mesmo tempo, começou a se discutir sobre a qualificação e avaliação de fornecedores, levando a indústria a evoluir qualitativa e quantitativamente.

Durante as execuções das obras, a grande tendência na década de 90 era a redução dos desperdícios e retrabalhos, mantendo a qualidade. Foi nessa época que apareceram laje zero e kits elétricos e hidráulicos, como grandes exemplos.

A questão da segurança e transporte no canteiro passa também a receber mais atenção, através do advento de escantilhões, equipamentos de apoio para produção e carrinhos, além de materiais paletizados, para contribuir com a redução de perdas. Tais cuidados acarretaram também numa sensível melhoria na qualidade do produto final.

A evolução prosseguiu com a chegada de novos sistemas construtivos e elementos industrializados para construção seca. Tais novos sistemas demandaram novos equipamentos para a execução da obra, como guas. Houve, na parte de fundações, um grande avanço, através de uso da hélice contínua, que possibilitou executar escavações com menos ruído e vibrações e que chegam a atingir 50 m de profundidade. Tal solução de fundação, hoje em dia, já tem um preço competitivo. Outra evolução, nas fundações cravadas pré-moldadas, foi a utilização de concreto de desempenho superior.

Em se tratando de vedações, surgiram, para fachadas, os painéis pré-fabricados, e para paredes internas, gesso acartonado. Também vieram instalações prediais mais flexíveis e com menos conexões. Quanto aos banheiros prontos, já presentes na década de 80, ainda divide opiniões, uma vez que a tendência do mercado seja priorizar sistemas flexíveis e adaptáveis a cada tipo de necessidade.

As estruturas, porém, foram as que mais evoluíram. O CAD (Concreto de Alto Desempenho), até a poucos anos, era mais utilizado nos países de 1º mundo. Mas a vinda deles no Brasil levou a uma oferta de concretos de maior resistência com preço equivalente ao preço de concretos com desempenho inferior fabricados no passado. Tal evolução aproximou o tecnologista do concreto do engenheiro estrutural. Além do mais, as fôrmas pré-fabricadas também evoluíram, agregando maiores produtividade no canteiro de obras e precisão dimensional no produto final. A utilização de cordoalhas engraxadas em protensão aderente também contribuiu para gerar uma solução estrutural mais barata, esbelta, confiável e vencer maiores vãos.

Quanto aos softwares para cálculo estrutural, vindos ao país na década de 80, inicialmente automatizavam procedimentos outrora executados na mão. Atualmente, tais programas fornecem a possibilidade de uma análise espacial da estrutura para gerar resultados de maior precisão. Com a evolução de tais programas, hoje é possível, através deles, projetar estruturas de edifícios residenciais de 40 pavimentos, como está sendo feito em São Paulo.

Todo esse movimento de evolução possibilitou estruturas mais arrojadas, com emprego de soluções como laje plana e laje zero (essa última elimina o contrapiso). Porém, tal arrojado muitas vezes gerou edificações com patologias, uma vez que tais soluções foram utilizadas sem critério.

Porém, diante a esse processo de evolução, fazia-se a projeção de que a mão-de-obra, conseqüentemente, tornar-se-ia mais especializada e, com isso, teria um custo mais elevado. Por isso, seria bem-vindo reduzir a quantidade de homens no canteiro de obras. Mas, nos últimos anos, o preço da mão-de-obra tem caído. Por isso, tem sido mais interessante aos construtores utilizar sistemas e métodos construtivos tradicionais, com mais homens, mas mais barato. Além do mais, há uma falta de preparo das empresas na utilização dos sistemas industrializados.

Tais problemas têm origens macroeconômicas e estruturais, no qual a construção civil brasileira evoluiu a ponto de reduzir o tempo da execução das obras. Porém, como o custo extra advindo do emprego de novas tecnologias é geralmente evitado pelos beneficiários do produto final, o que ocorre é que geralmente os construtores optam pelos sistemas e métodos construtivos.

Além de tudo, o emprego de novas tecnologias na construção civil também enfrenta gargalos como o conservadorismo do setor, falta de liderança, concorrência predatória e difusão de preconceitos.

Hoje em dia, pelo menos duas boas tendências estão presentes, favoráveis à vinda de novas tecnologias no setor: a busca de sustentabilidade no setor e o aumento da atenção no desempenho das construções.

2.2.4. A Adaptação dos Sistemas Alternativos na Construção Civil Brasileira

A implantação de sistemas alternativos de construção no Brasil teve início através da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), que atua no setor habitacional desde 1976. Foi nesse ano que criou-se um Grupo de Trabalho dedicado à ação em habitação popular e desenvolvimento urbano. Tal ação gerou pesquisas com prioridade de apoio a projetos para atendimento à população de baixa renda. Com isso, passou-se a haver uma cooperação entre o BNH e a FINEP para troca de informações sobre as pesquisas que foram desenvolvidas. Com base nessas atividades, em 1978 o Programa Integrado de Habitação e Saneamento, através do qual a FINEP deu suporte a várias pesquisas em conjunto com o BNH.

Em 1978, foram lançados os primeiros protótipos em sistemas alternativos, em canteiros experimentais na Bahia e em São Paulo. Com vários modelos vendidos e sem procedimentos rigorosos de avaliação, o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) foi contratado para elaborar um grande conjunto de regras de desempenho.

A partir desse momento, somente com a avaliação do sistema construtivo escolhido é que as construtoras poderiam requisitar financiamento da CAIXA. Ao longo do tempo, mais canteiros experimentais foram feitos, espalhando-se por vários estados do Brasil.

Porém, é preciso ressaltar que muitas dessas regras de desempenho eram do exterior, assim como os sistemas construtivos alternativos, de países nos quais as condições climáticas e o nível de exigência são bem diferentes do Brasil, o que acarretou em regras muito rigorosas, e desempenho inadequado das edificações quanto à habitabilidade, grande incidência de patologias, baixo nível de racionalidade construtiva e incapacidade de atendimento ao trinômio custo-prazo-qualidade.

Em meados dos anos 80, o Estado passou a assumir as rédeas na criação de planos para implantar tecnologia na construção civil. Primeiramente, desenvolveu-se o Programa de Tecnologia de Habitação - HABITARE, através do Ministério da Ciência e Tecnologia e a FINEP. O objetivo principal desse programa é a contribuição para o avanço do conhecimento no campo da

tecnologia do ambiente construído, com apoio às pesquisas científicas, tecnológicas e de inovação, para atender necessidades de modernização do setor de habitação e contribuir para atender a carência habitacional do país.

Em 1991, foi fundado o programa PRONAT (Programa Nacional de Tecnologia de Habitação). As ações desse programa articularam-se em 1992, com as do Sub-programa Setorial da Qualidade e Produtividade da Construção Civil do PBQP (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade). Do PBQP é que surgiu, o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação).

Em 1993, o governo federal criou, através de decreto legislativo, o PROTECH (Programa de Difusão de Tecnologias para Construção Habitacional de Baixo Custo). Tal Programa foi financiado através de vendas de imóveis funcionais da União.

Tal programa baseia-se no correto atendimento a 4 princípios: projetos, forma de financiamento, articulação com parcerias e uso de novas tecnologias. O PROTECH visa a construção de habitações para famílias de baixa renda, com menos custo e maior qualidade, além de alterar o ponto de vista do brasileiro das habitações populares, através da aplicação de tecnologias apropriadas em novos conjuntos habitacionais. Tal programa utiliza a parceria com a iniciativa privada (instituições de ensino e pesquisa, e principalmente, a comunidade) para gerar soluções para o setor habitacional, valorizando inclusive técnicas e materiais regionais.

Uma das 5 linhas de operacionalização do PROTECH, a criação das Vilas Tecnológicas (são, no total, 12, localizadas em diversas regiões do país). Tais Vilas reúnem, em um mesmo local, diversos tipos de tecnologias construtivas utilizando diversos insumos alternativos para construção. O objetivo dessas Vilas é a avaliação comparativa entre esses diferentes sistemas e materiais.

Porém, analisando a 1ª dessas Vilas Tecnológicas (de Curitiba), construída em 1993, conclui-se que, do ponto de vista de trazer melhorias no setor habitacional, tal projeto é muito interessante. Porém, dificuldades aparecidas ao longo da existência dessa vila inviabilizaram objetivos como produzir habitações de maior qualidade e menor custo. Com isso, questiona-se a contribuição efetiva dessa Vila como projeto habitacional.

A explicação desse fracasso na busca por habitações de maior qualidade e menor custo na Vila Tecnológica de Curitiba explica-se através do fato que, a COHAB-Curitiba e o PROTECH, fundadores da Vila em questão, tinham objetivos diferentes. O PROTECH priorizava o desenvolvimento e seleção de tecnologias adequadas para habitação, enquanto a COHAB-Curitiba priorizava o baixo custo e qualidade, mas executou as habitações da Vila sem levar em se preocupar com a tecnologia empregada, mas com o marketing político. Isso resultou em utilização de materiais em discordância com o meio-ambiente, e não disponíveis no local, como madeiras de lei.

Isso explica-se pelo pouco envolvimento do PROTECH no processo de desenvolvimento e construção das casas da Vila. Para piorar, a comunidade local também ficou de fora do processo de elaboração e desenvolvimento da vila. Porém, tal desenvolvimento e construção limitaram-se à iniciativa privada.

Com isso, conclui-se que a Vila atendeu apenas à interesses particulares, como de divulgação de tecnologias desenvolvidas por empresas, ao invés de identificar problemas e gerar desenvolvimento de tecnologia, através da participação da comunidade local.

As Vilas Tecnológicas eram uma iniciativa das COHABs para avaliação de sistemas alternativos pelo poder público. Porém, ou tais vilas tinham a avaliação distorcida ou não eram avaliadas, criando desconfiança entre os construtores, que se afastavam dos procedimentos de avaliação para aprovação do financiamento da CAIXA.

Ainda no ano de 1995, a Finep contratou o IPT para o desenvolvimento de uma nova normatização de avaliação, baseadas no conjunto lançado em 1981, mas menos rigorosas. Esse manual prevaleceu até 2010 para aprovação de sistemas no Brasil todo, e foi substituído pela NBR 15.575, que apresenta requisitos mínimos de desempenho ao longo de uma determinada vida útil dos sistemas de edifícios. Tal norma também baliza um sistema nacional e padronizado de avaliação, diminuindo a discrepância entre os estados.

Junto a essas iniciativas, foi criado, em 2007, o Sinat (Sistema Nacional de Aprovação Técnica), que é financiado pela CAIXA e criado dentro do PBQP-H, buscando capacitar laboratórios em todo país a fazerem ensaios em sistemas construtivos. Com isso, espera-se também descentralizar as aprovações dos sistemas, muito concentradas em São Paulo. Porém, o desafio

para qualificar os laboratórios para tais testes será complexo. Por enquanto, somente o IPT e o Instituto Falcão Bauer estão credenciados no Sinat. Para a avaliação dos sistemas, a ITA (Instituição Técnica Avaliadora) deverá comprovar sua capacidade técnica de fazer as avaliações. Caberá a tais instituições conceder o DATec (Documento de Avaliação Técnica), enquanto o Sinat encarrega-se de produzir as diretrizes da avaliação.

Pelas atuais regras, tais análises de desempenho só devem ser realizadas se o imóvel ficar hipotecado à CAIXA. Mas existem programas como o Material de Construção, que dispensa hipoteca do imóvel e a avaliação prévia sistema do construtivo, mas financia no máximo 7 mil reais. Em compras com FGTS sem financiamento, a avaliação prévia também é dispensada.

Ainda são poucos os sistemas alternativos a serem aprovados pela CAIXA, mas mais sistemas construtivos alternativos estão em análise para regulamentação. Os principais itens a serem avaliados pela CAIXA desses sistemas alternativos de construção são: segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água e ao ar, conforto térmico e acústico, durabilidade e manutenção.

A CAIXA também produz manuais de instalação para sistemas construtivos já aprovados, como paredes de gesso acartonado (Dry Wall).

2.3. O Déficit Habitacional do Brasil

2.3.1. Estimativa para O Déficit em 2007

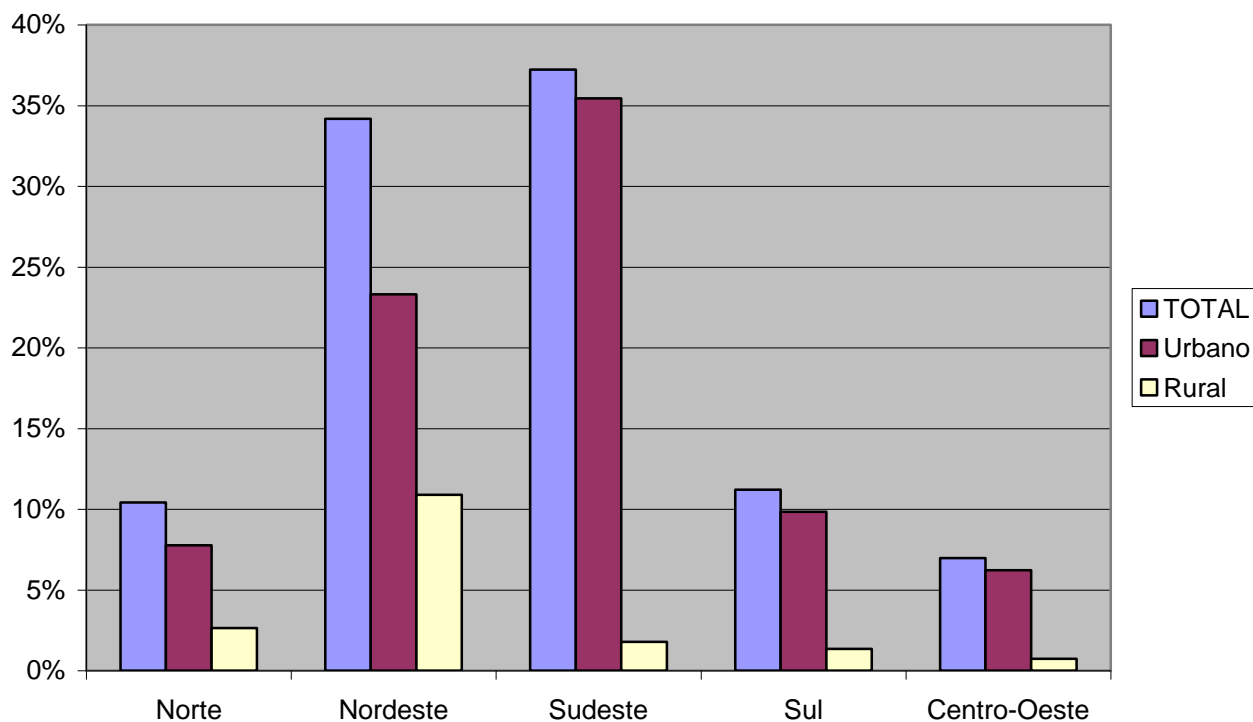
Segundo estudos da FJP com dados do IBGE, o déficit estimado para 2007 no Brasil é de 6,273 milhões de famílias, sendo que 82,6%, ou seja, 5,180 milhões de famílias localizam-se em áreas urbanas. Tal número representa cerca de 1/9 do estoque de domicílios particulares no país. Na área urbana, o déficit atinge 10,8% do estoque de residências, e na área rural, atinge 12,9% desse estoque.

Na região Sudeste, encontram-se cerca de 37,2% do déficit total, ou seja, 2,335 milhões de carências. O Nordeste aproxima-se desse número, com 2,144 milhões de famílias, ou seja, 34,2% do total. As regiões metropolitanas também são dignas de nota, com 29,6% do total de carências, abrangendo 1,855 milhões de famílias.

Apesar da concentração desse déficit nas regiões Nordeste e Sudeste, uma região diferencia-se da outra pelo fato de que, na 1ª, o déficit concentra-se muito na zona rural (683 mil famílias, ou quase 1/3 do total dessa região) e na 2ª, o déficit concentra-se na zona urbana (2,223 milhões de famílias, ou mais de 95% do total). Outra diferença entre essas regiões está na relação do déficit de moradias com o total de moradias de cada região. Enquanto que no Sudeste, essa carência atinge 9,3% do estoque de residências, maior apenas que a do Sul (7,9%). No Nordeste tal número atinge 15% do total, que perde apenas para o Norte (16,7%). No Centro-Oeste, este índice é de 10,8%.

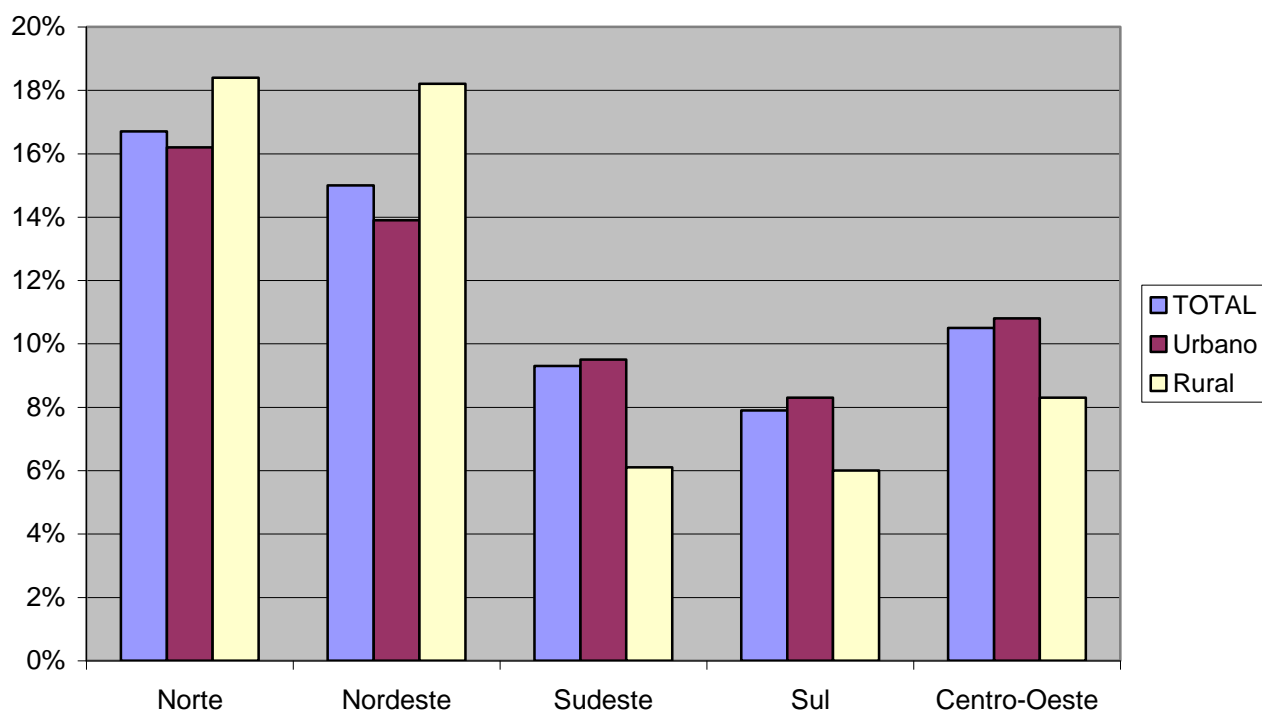
Entre os estados, o principal concentrador das carências é o estado de São Paulo, com a necessidade de 1,234 milhões de moradias, sendo 629 mil somente na RM de São Paulo. Outros estados concentradores de tal carência são Minas Gerais (521 mil unidades), a Bahia (511 mil unidades), Rio de Janeiro (479 mil unidades) e Maranhão (461 mil unidades).

O Maranhão é o estado com o maior número de carências (29,5% do estoque de moradias), seguido do Amapá (20,2% do estoque), Amazonas (18,6% do estoque) e Tocantins (18,2%)



Gravura 02: Concentração do déficit habitacional brasileiro por região.

Fonte: IBGE, 2007



Gravura 03: Déficit habitacional correspondente ao estoque de domicílios particulares permanentes por região do Brasil.

Fonte: IBGE, 2007

2.3.2. A Composição do Déficit Habitacional em 2007

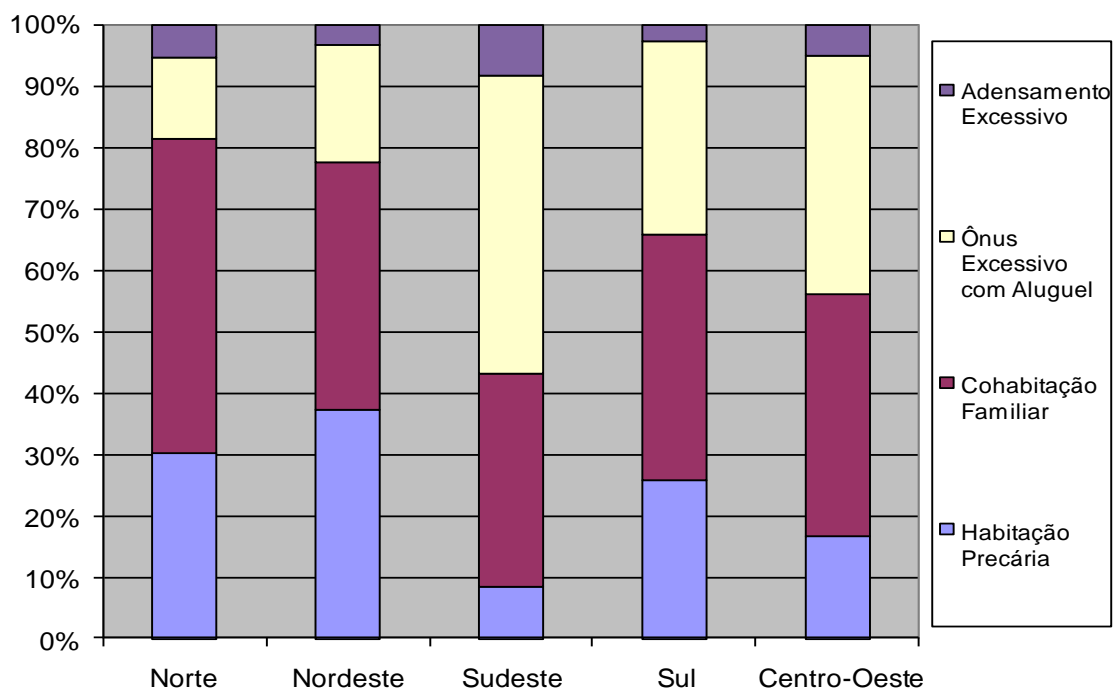
Entre os componentes do déficit habitacional no Brasil, podemos citar o adensamento excessivo em domicílios de aluguel, ou coabitação familiar, como o maior representante (39,3% do total). Já o ônus excessivo com aluguel ocupa o segundo lugar (32,2% do total). Existe também a habitação precária (23% do total). E por fim, há o adensamento excessivo (5,5% do total).

Exceto na região Sudeste, a *coabitação familiar* lidera entre os componentes do déficit habitacional. Tem grande peso nas áreas urbanas, mas seu peso também é relevante em áreas rurais da região Sudeste (grande parte concentrando-se no Rio de Janeiro) e da região Sul. Em áreas urbanas, a coabitação tem destaque especial na região Norte, com 60% do total de carências da região.

O *ônus excessivo do aluguel* concentra-se muito na região Sudeste, na qual o custo de vida é mais caro, especialmente em São Paulo e sua região metropolitana. Tal componente demonstra a dificuldade de adaptação do mercado imobiliário ao atendimento da demanda da população. Esse componente também destaca-se no Centro-Oeste, especialmente no Distrito Federal (federação com o mais alto custo de vida do país) e na região Sul. Nas demais regiões, esse componente pouco se sobressai.

As *habitações precárias* têm grande participação no déficit habitacional rural, e concentram-se especialmente nas regiões Nordeste e Norte, onde localizam 69,1% do total dessas habitações. Na região Nordeste, no Maranhão e Piauí, o peso desse componente do déficit também é maior. No Sul, sua presença deve-se aos problemas de identificação de casas tradicionais de madeira como precárias, levando a uma conclusão pior que a real.

Por fim, o *adensamento excessivo dos domicílios alugados* é o componente de menor peso entre os demais. Sua participação tem apenas alguma importância na região Sudeste, São Paulo e região metropolitana, a cidade mais adensada do país. Também é um componente que retrata a inadequação do setor imobiliário às demandas, e ocorre essencialmente em regiões urbanas.



Gravura 04: Categorias de déficit habitacional por região do Brasil.

Fonte: IBGE, 2007

2.3.3. A Evolução do Déficit Habitacional de 1991 a 2007

Ao se utilizarem outras fórmulas de cálculo, no levantamento do déficit de 2007, é preciso que se façam ajustes, uma vez que houve limitações no cálculo do déficit em 2006 e mudou-se, ao longo dos anos, componentes do cálculo do déficit sofreram alterações.

Com isso, buscou-se compatibilizar a metodologia de cálculo utilizada no levantamento do déficit de 2006. Com os dados dos anos anteriores, concluiu-se que o crescimento no déficit habitacional tem-se desacelerado de 1991 até 2006. Mas com a compatibilização, o levantamento do déficit habitacional de 2007 levaria à uma queda de 650 mil unidades nas estimativas (de 7,935 milhões para 7,288 milhões). Já a relação do déficit com o total de domicílios, em um processo suave de queda até 2006, sofreria uma aceleração nessa tendência, passando de 14,5% para 12,9%. Tal comportamento otimista nas estimativas seria notado em todas as regiões do país.

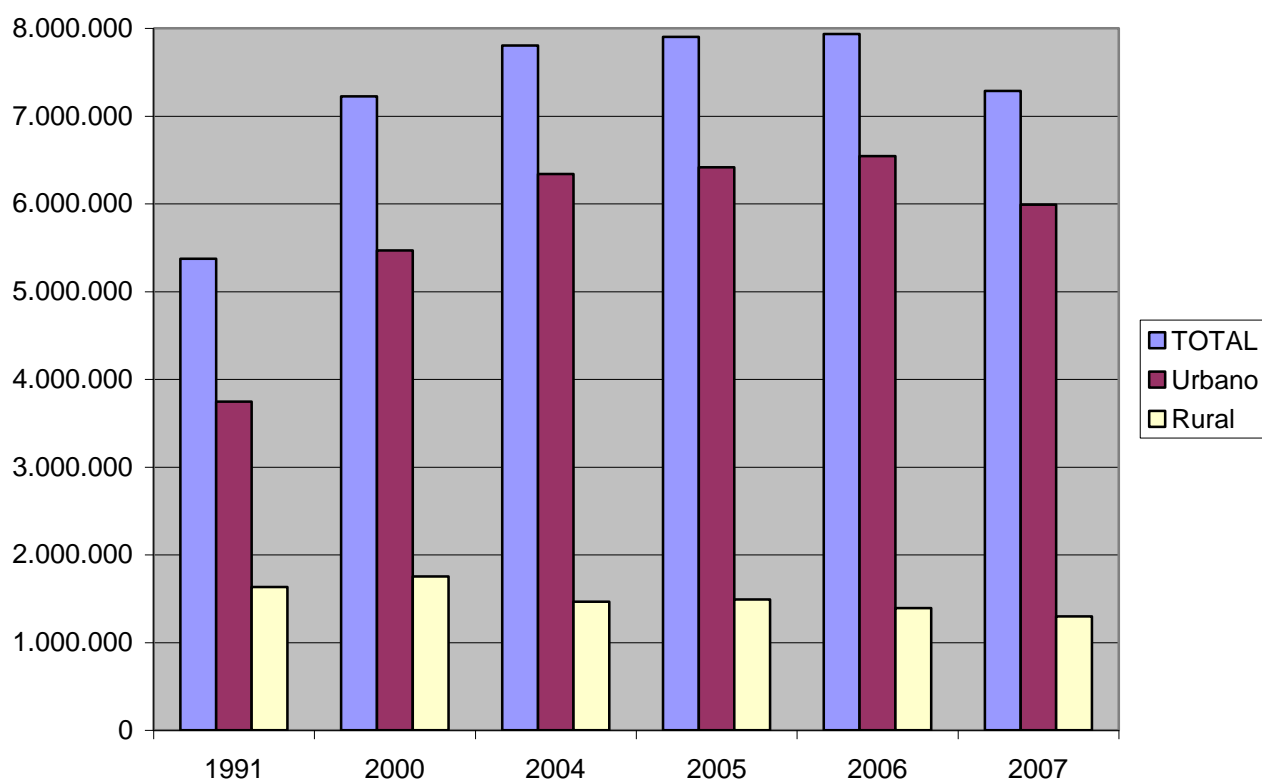


Gráfico 05: Evolução do déficit habitacional brasileiro em número de unidades.

Fonte: IBGE, 2007

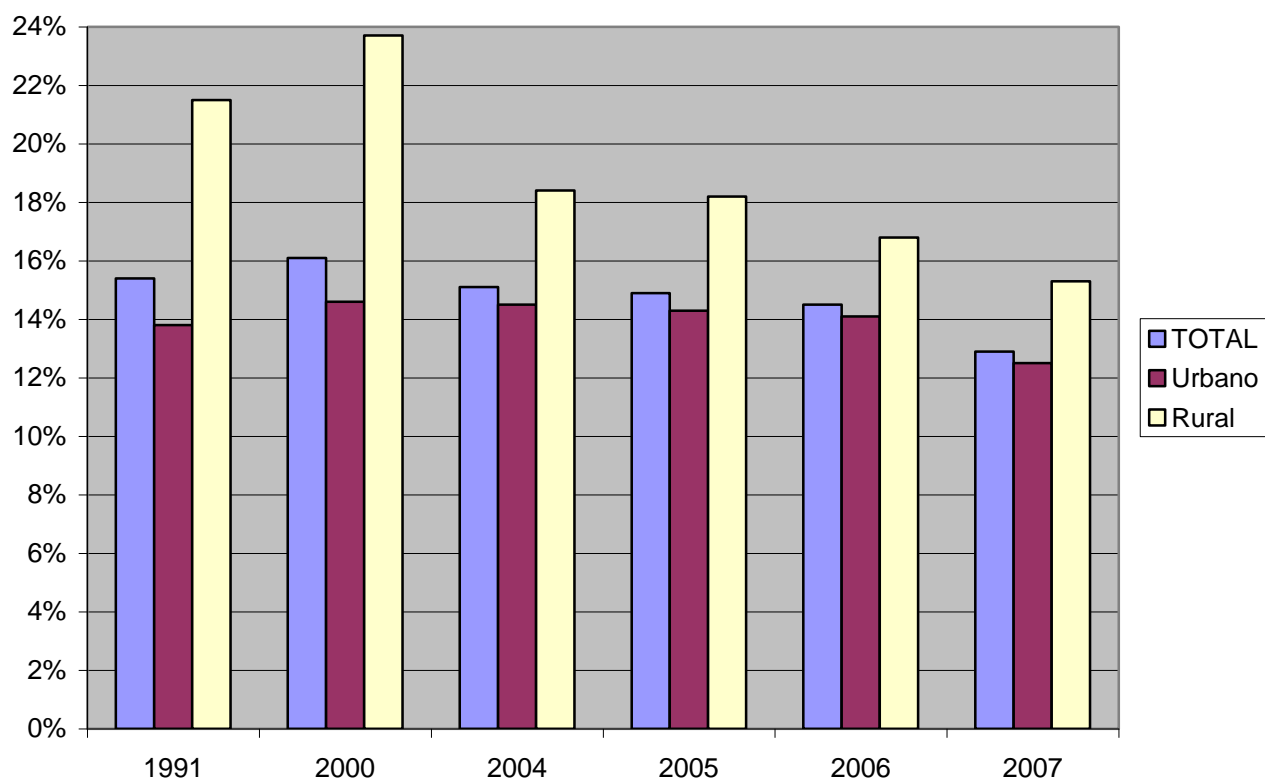


Gráfico 06: Relação do déficit habitacional brasileiro com o total de unidades.

Fonte: IBGE, 2007

3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES POPULARES

3.1. Sistemas Construtivos em Concreto e Alvenaria

3.1.1. Sistemas da ABCP

I - Introdução:

A ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), associada à ONG paulista Água e Cidade e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), criou o Projeto Habitação 1.0, para construção de prédios e casas de 40m² tanto em concreto celular espumoso quanto em alvenaria estrutural de blocos de concreto.

O Projeto destina-se, essencialmente à administradores municipais, sindicatos, ONGs e secretarias de obras que possuam loteamentos e desejo de atender à parcela de baixa renda da população para melhorar a qualidade de vida do município no qual esses órgãos encontram-se. Tal forma de construção, em parceria, reduz o preço e aumenta a qualidade da habitação e promove a inclusão social.

Tal Projeto também visa quebrar com o lugar-comum dos conjuntos de habitação social que utilizam sistemas construtivos convencionais, edificações idênticas, e sem infra-estrutura adequada.

Para isso, o Projeto, busca a produção de edificações com sistemas construtivos racionais e industrializados que permitem construção em módulos, compatibilização entre projetos arquitetônicos estruturais e que utilizam matéria-prima abundante no país (concreto e alvenaria) e edificações com tamanhos e fachadas personalizados. O Projeto também se compromete em construir sistemas de coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo seletiva, galerias multiuso e pavimentos intertravados, na construção de “bairros saudáveis”. Também se compromete em manter o custo médio das casas e

apartamentos adequado às linhas de crédito do mercado de habitação popular para famílias de até 3 SM.

A ABCP busca, com tal Projeto, dar assistência às cidades nas quais ou o projeto já fora implementado ou deseja-se implementá-lo, orientando a técnicos municipais, mão-de-obra, construtoras e moradores.

A ABCP, como fonte de recursos para o Projeto Habitação 1.0, articula uma parceria com a CAIXA, além de governos, empresas, entidades de classe, associações de moradores, organizações não governamentais e outras entidades, para criar iniciativas que integram ações de forma organizada e articulada, para atrair participação da sociedade e aproveitar o potencial de cada município e região.

Tais parcerias e iniciativas geram investimentos de cunho social de custos mais baixos e sem o endividamento do setor público, levando o beneficiário ao acesso direto do financiamento da casa própria. Devido à participação de peso da comunidade, eles também participam mais ativamente da manutenção e das melhorias nas obras construídas.

Para isso, utilizam parede hidráulica com perímetro reduzido, mínima área de circulação, projeto ampliável. As alternativas arquitetônicas a serem utilizadas no Projeto Habitação 1.0 são três, em ambos os sistemas adotados pelo projeto: casa geminada, casa isolada e edifício.

II - Sistema ABCP em Concreto Celular Espumoso



Gravura 07: Casa ABCP em Concreto Celular Espumoso.

Fonte: Gethal – Sistemas Construtivos (2006).

A) Um Breve Histórico:

Foi a partir do século XIX, que se iniciou a busca pelo concreto de menor peso. Foram realizadas várias experiências no intuito de substituir os agregados (pedra e areia) por materiais mais leves, utilizando-se até mesmo, gases e ar. E foi assim que surgiu o concreto leve.

No final do séc. XIX, foram produzidos, através de experiências, concretos com argamassas de sílica e cal, com micro-bolhas geradas por um reagente metálico e curadas, em seguida, em uma câmara a vapor. No início do séc. XX, iniciou-se a produção de concretos celulares espumosos à base de espuma com gelatina, cola vegetal, formaldeídeos, sabões de resina, etc. Em 1929, já existiam várias patentes sobre como obter concreto celular espumoso, procedimentos de produção e equipamentos de mistura desse material.

Na II Guerra Mundial foram construídos navios com esse material, e no final do conflito, os EUA já pesquisavam as propriedades estruturais desse material aplicados à construção civil. Com as pesquisas, e aprimoramentos nos equipamentos de mistura e na química dos espumígenos, foi possível ampliar o leque de utilizações do concreto celular espumoso.

No Brasil, a aplicação do concreto celular nas paredes iniciou-se na década de 80, sendo este material utilizado em casas populares em Natal (RN) e Manaus (AM). Hoje, são 40 mil casas construídas no país com esse material.

B) Principais Características e Composição do Material:

O concreto celular espumoso do Projeto Habitação 1.0, com tecnologia fornecida pela Gethal e assistido por suporte técnico da ABCP, tem como principais características a leveza e incorporação de ar. Por isso, também é usado para preencher vãos de lajes (melhorando o conforto da edificação, devido à capacidade de isolamento térmico e acústico desse material) e proteção de camadas impermeabilizantes. Com propriedades mecânicas que o qualificam como um elemento estrutural, esse material pode ser aplicado em paredes de edificações de diversos portes. Com paredes de 10 cm de espessura, pode-se construir edificações de 5 pavimentos.

O concreto celular espumoso é auto-adensável, devido à sua alta fluidez e dispensa vibração na concretagem, preservando as fôrmas e resultando em um material de rápida aplicação (sendo vedada a utilização de vibradores em sua aplicação, devido ao fato que esse procedimento destrói as microbolhas do material). Além do mais, é um material de rápida produção.

O concreto celular tem em sua composição agregados convencionais como areia, pedrisco, cimento portland, água e minúsculas bolhas de ar igualmente distribuídas em sua massa. Além do mais, possui aditivos como espumígeno, superplastificante e as fibras de propileno. Graças a suas microbolhas, a densidade desse tipo de concreto é menor que a do concreto convencional (1.300 a 1.800 kg/m³ contra 2.200kg/m³).

C) Execução do Sistema:

a) *Fundação*: A fundação é em laje monolítica (tipo *radier*) concretada *in loco*, e que proporciona uma adequada base de trabalho de montagem de fôrmas e instalações prediais com entradas e saídas pré-definidas, no piso, das redes de esgoto. A fôrma do *radier* pode ser em madeira ou aço (essa última mais durável e precisa).

b) *Fôrmas*: As fôrmas das paredes são painéis confeccionados em madeira compensada especial, revestidas com filme isolante, estruturadas em perfis metálicos tubulares. Tais painéis são modulados em dimensões e peso que possibilitem um melhor manuseio e se encaixam de acordo com uma seqüência determinada no projeto, através de grampos. Em seguida, no exterior dos painéis, são instalados os perfis metálicos tubulares, que conferem rigidez e coesão do conjunto. Para a livre circulação dos operários durante a obra, mantêm-se os vãos das portas dos painéis abertos. O conjunto de fôrmas é rigorosamente alinhado para que as paredes fiquem com bom acabamento e prumo.

c) *Armaduras*: Com a função de aumentarem a resistência da parede às tensões de retração, podem ser auxiliadas por aplicação de fibras de propileno na massa do concreto celular espumoso. As armaduras também têm a função de resistir a solicitações de flexão e torção provocadas pela ação da temperatura externa às fôrmas das paredes. As armaduras são em telas industrializadas de malha quadrada 15x15 cm e fios de 3,4 mm. Para garantia do posicionamento das armaduras é fundamental o uso de espaçadores.

d) *Esquadrias*: As esquadrias são diretamente instaladas no concreto celular monolítico, ou por colocação prévia de contramarcos pré-fabricados em madeira, aço ou concreto diretamente no interior das fôrmas, ou por colocação da esquadria completa, em madeira ou metálica, em sua posição definitiva, com grampos que garantem sua fixação após a concretagem.

Em qualquer hipótese, a estrutura deve resistir aos esforços de concretagem através de sua rigidez, ou de contraventamentos, a serem removidos posteriormente.

e) *Instalações*: no sistema de concreto celular espumoso, as instalações devem estar embutidas no concreto. O posicionamento é definido em projeto e marcam-se os pontos de conexão externos diretamente nas fôrmas, realizando-se furos de fixações definitivas após a 1ª concretagem. As fôrmas são preenchidas com concreto, proporcionando a definitiva fixação das

instalações. Após isso, as instalações são testadas para verificar o perfeito funcionamento das mesmas.

f) *Concretagem*: Após respeitadas as dosagens do concreto, os processos seguem a seguinte ordem: preparo do espumígeno, produção da espuma, adição da espuma ao concreto, homogeneização do concreto e lançamento do concreto.

Para aceitação do concreto, é fundamental que haja controle de sua plasticidade, e de densidade, após a adição da espuma.

g) *Desfôrma e Acabamento*: A desfôrma será feita após 12 horas da concretagem. Em seguida, inicia-se o processo de acabamento de paredes, com pequenos reparos necessários, além da estucagem com feltro e nata de cimento, que também servirá como selante do concreto para que a água dentro dele não escape, não prejudicando a cura do mesmo. A superfície das paredes precisa estar seca, lisa e nivelada para receber pintura com tintas à base de cimento. Podem também ser usadas tintas texturizadas.

h) *Telhado*: A estrutura do telhado pode ser em madeira ou metálica, seguindo critérios de um projeto prévio. Tais peças podem ser industrializadas, melhorando a produtividade e reduzindo custos. De acordo com a disponibilidade regional, as telhas podem ser em dois tipos, ou em telhas de concreto, ou cerâmicas.

i) *Forros, Louças e Acessórios*: Os forros podem ser de diversos tipos, desde os em estrutura de madeira, alumínio, placas pré-fabricadas leves, etc. Já na fixação de acessórios e louças, o concreto celular espumoso aceita fixação de buclhas e parafusos.

D) Utilizações do Sistema e Custos:

Tal Sistema de concreto celular da ABCP já foi utilizado, com sucesso, em 2004, na cidade de Cunha-SP, como parte integrante de um programa da CDHU de construção em mutirão na região do Vale do Paraíba.

Tal município, a 222 km de São Paulo, recebeu um conjunto habitacional de 21 casas com 45 m² de área construída. Tais casas foram executadas, em parte (fundação, telhado, pintura e acabamento), pelos futuros moradores, comandados por um mestre de obras. Já o restante das obras é executado por construtoras. Tal sistema permitiu a execução de 2 casas por semana, muito abaixo do tempo de execução de uma casa através de sistemas convencionais.

Na época da execução do projeto, o custo total da obra foi orçado em R\$ 173,9 mil, cerca de R\$ 8,3 mil por unidade. Segundo estimativas de engenheiro que realizaram tal obra, tais custos foram 30% menores que se utilizassem no conjunto o sistema convencional de construção.

III - Sistema ABCP em Alvenaria Estrutural



Gravura 08: Casa ABCP em Alvenaria Estrutural em São José da Lapa-MG.

Fonte: <http://www.divisiengenharia.com.br/site/artigos/casa-de-alvenaria-estrutural/>

A) Introdução:

Esse Sistema da ABCP utiliza, de maneira racionalizada, blocos vazados de concreto, modulados e de mesma família, para duas funções: vedações (paredes) e elementos estruturais, para suportar cargas horizontais e verticais. O emprego da alvenaria estrutural, em detrimento da alvenaria convencional, apresenta as seguintes vantagens: a redução de armaduras e fôrmas, eliminação da etapa da moldagem de vigas e pilares e redução de desperdícios e retrabalho.

Porém, no emprego do Sistema de Alvenaria Estrutural, deve-se levar em conta que o desempenho do Sistema está diretamente associado à escolha do bloco de concreto. Por isso, tal escolha deve ser feita criteriosamente. A ABCP, em uma iniciativa que visa qualificar os blocos vazados de concreto fabricados no país, criou o *Selo de Qualidade para Blocos de Concreto*. Os produtores que conseguem esse selo qualificam-se para atender ao PBQP-H.

A montagem modulada dos blocos do Sistema é feita dispondo-se os blocos em fiadas alternadas, amarrando as paredes entre si com o mínimo de blocos, evitando-se quebras. Os blocos mais utilizados são da família 29 e 39, que dispõem de 3 elementos básicos cada um, além do bloco B34 (14x19x34 cm), que auxilia no fechamento da modulação utilizando a família 39.

Portanto, para a execução das paredes é fundamental que haja o projeto de alvenarias, com plantas baixas e elevações de paredes. Tal projeto deve reunir detalhes arquitetônicos, estruturais e as instalações prediais, executados simultaneamente ao serviço da alvenaria.

B) Montagem do Sistema:

a) *Marcação*: Através da planta da 1ª fiada, inicia-se a marcação da alvenaria e das instalações e estruturas, observando-se atentamente aos projetos de instalações e estrutural. Após essa etapa, as fundações podem ser executadas.

Após a laje executada, marca-se nela o alinhamento das paredes e indica-se o posicionamento dos blocos. O serviço conclui-se com a colocação dos escantilhões e assentamento do bloco de 1ª fiada. Através desses procedimentos, nivela-se e alinha-se precisamente as próximas fiadas.

b) *Elevação da Alvenaria*: Tal serviço inicia-se a partir da 2ª fiada das paredes. São executados nessa fase os vãos das esquadrias, uma vez que os vãos da porta já foram definidos na etapa preliminar. São definidos locais de eletrodutos, shafts (esgoto) e estruturas. A argamassa é aplicada longitudinal e transversalmente nos blocos. Durante a elevação, o nível é constantemente avaliado, para que o alinhamento seja o máximo possível.

As juntas são preenchidas, e podem receber efeitos arquitetônicos em casas de blocos aparentes. Após isso, é realizada a pintura direta sobre o bloco ou outros acabamentos. Em seguida, são instaladas peças pré-moldadas nas esquadrias.

c) *Estrutura de Telhado, Cobertura, Forros, Acessórios e Louças*: seguem os mesmos procedimentos do sistema em concreto celular espumoso.

C) Tipos Arquitetônicos do Sistema:

a) *Projeto Casa Isolada*: Tal projeto possibilita a execução de edificações em 3 etapas. A 1ª etapa consiste na construção do estar, cozinha e banheiro. A 2ª consiste na execução de dois quartos. E, finalmente, a 3ª etapa consiste na ampliação com outros 2 quartos.

b) *Projeto Casa Geminada*: Idêntico à casa isolada, nas 2 primeiras etapas, mas permite ampliação de apenas 1 quarto na 3ª etapa.

c) *Projeto de Edifício*: Semelhante às casas térreas, tal edifício racionaliza instalações, concentradas em paredes estratégicas e distribui seus ambientes de forma a possibilitar a ampliação. A área de estar de cada apartamento pode ser reduzida para aumentar a varanda.

D) Utilizações do Sistema e Custos:

O Sistema de alvenaria estrutural da ABCP é largamente utilizado no estado de Minas Gerais pela COHAB-MG, através do Projeto Lares Geraes, que atende a milhares de famílias por ano. Tal Sistema é predominantemente adotado pelo Projeto pelo fato de haver maior disponibilidade de blocos de concreto na região de Minas Gerais.

Segundo a Revista Engenharia, de abril de 2009, o custo de uma casa de 42m², utilizando esse sistema, era de R\$ 17 mil (sem incluir BDI e custos indiretos), que equivalia, na época, a R\$ 400,00/ m². Tal valor está abaixo dos R\$ 536,75/ m² do CUB PIS (Projeto de Interesse Social), do *padrão baixo* de projetos de *padrão residencial*, segundo dados da Sinduscon-MG de abril de 2009.

3.1.2. Sistemas em Painéis de Concreto

I - Sistema PAC



Gravura 09: Fachada Acabada de Edifício do Condomínio Torres de Siena, em São Paulo.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/149/imprime149948.asp>

A) Apresentação.

Tal Sistema, criado em 1982 pelo Grupo InMax, de São Paulo, é constituído de painéis estruturais pré-moldados de concreto, os quais são fabricados no próprio canteiro. Tais painéis representam, na edificação, paredes estruturais tanto internas quanto externas.

Além desses painéis, tal sistema possui escadas, pré-lajes e outras peças confeccionadas em concreto armado, como as golas nas fachadas. Ambas as peças têm dimensionamento para resistirem às cargas permanentes e não-permanentes que atuam no edifício.

As dimensões das paredes obedecem as funções de projetos arquitetônicos, posicionamento das juntas, capacidade de carga das guias e pórticos e possibilidade de utilizar o mesmo projeto em outras obras. Usualmente, a dimensão desses painéis equivalem ao comprimento e o pé-direito do ambiente, podendo haver aberturas ou não para esquadrias. Porém, normalmente o peso desses painéis não pode ultrapassar 2.500 kg.

As peças do sistema empregam concreto convencional com fck de 25 MPa, podendo assim, construir edificações de até 10 pavimentos. A cobertura

pode ser em telhas cerâmicas, de fibrocimento mas o Sistema aceita laje impermeabilizada.

Como revestimento, o Sistema aceita, diretamente sobre os painéis, massa corrida ou látex nas paredes internas (textura nas paredes externas), placas cerâmicas em áreas molhadas.

A produtividade do Sistema, de acordo com o serviço da própria InMax, resulta na construção completa de edifícios de 10 apartamentos com 4 apartamentos nos pavimentos-tipo em um período que leva de 20-40 dias em cada canteiro de obras. Há inclusive prédios residenciais executados pela empresa que possuem até 12 apartamentos por pavimento-tipo.

B) Montagem do Sistema.

A montagem do Sistema segue procedimentos repetidos a cada pavimento, através da montagem dos painéis, pré-lajes, pré-vigas, escadas pré-moldadas, e outros componentes. Para que os componentes possam ser fabricados e instalados rapidamente na obra, utiliza-se cimento tipo V ARI (Alta Resistência Inicial).

Para o canteiro de obras, para produção de 1 apartamento/dia, é necessário 700 m² de pista de produção dos painéis, áreas para estoque de materiais com 500 m², totalizando 1.200m² de área total.

A execução dos edifícios segue a seguinte ordem:

- a) Pré-moldagem de painéis de concreto e dos demais componentes;
- b) Transporte através de grua e instalação dos painéis;
- c) Consolidação dos painéis através de soldas e preenchimento das ligações com graute;
- d) Instalação de pré-lajes, pré-vigas, e armaduras complementares;
- e) Solidarização da estrutura através de capeamento de concreto;
- f) Execução de instalações elétricas e hidráulicas;
- g) Aplicação de fundo de junta e selante flexível nas juntas dos painéis;
- h) Execução de revestimentos, complementos e acabamentos.

Como exemplo da rapidez da execução de obra do Sistema PAC, segundo um cronograma da InMax, um empreendimento com 21 edifícios de 10 pavimentos com 6 unidades por pavimento-tipo, totalizando 1.239 unidades, tem prazo de finalização de 36 meses, totalizando uma média de pouco mais de 1 unidade executada por dia.

D) Obras Executadas com o Sistema.

Segundo seu portfólio de principais obras, a InMax executou vários empreendimentos residenciais, com edifícios de 25 a 280 UHs, utilizando o Sistema PAC, no município de São Paulo. Tal sistema apresenta um custo melhor se utilizado em empreendimentos de maior porte.

II - Sistema Plenum



Gravura 10: Painel Plenum, sendo içado para fixação definitiva.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/148/imprime144170.asp>

A) Apresentação:

O Sistema, produzido pela Brasitherm Engenharia, é constituído de painéis estruturais (utilizados como paredes) pré-fabricados de concreto, com um vazio interno preenchido com ar chamado de *plenum*. O Sistema pode ser aplicado a diversos projetos arquitetônicos e é industrializado.

Além dos insumos convencionais (areia, brita, água e cimento), tais painéis utilizam fibra. Nas paredes e lajes, utilizam-se tanto as barras CA 50 e CA 60 como armaduras, tanto em telas quanto em barras e treliças. Em casas térreas, a espessura mínima das paredes é de 12 cm, elevando para 14 cm em edificações de vários pavimentos. As lajes são de 8 cm no forro e 10 cm entre pavimentos. Porém, tais números não impedem que as estruturas tenham seu devido dimensionamento.

O concreto utilizado possui resistência de 40 MPa, aos 28 dias. Tais painéis aceitam revestimentos tanto de placas cerâmicas aplicadas com argamassa colante (áreas molhadas), quanto de pintura direta sobre as placas (áreas secas).

Segundo a Brasitherm, os valores do m² são compatíveis com os praticados no mercado pela alvenaria estrutural, com vantagens da redução do tempo de obra, dos custos indiretos, do custo da mão-de-obra.

B) Avaliação do IPT

Segundo o Relatório Técnico IPT n^o 107938-205, que avaliou os diversos desempenhos do Sistema Plenum, o desempenho estrutural do Sistema, atende às exigências mínimas para edificações de até 5 pavimentos. Para cada tipo de projeto arquitetônico é elaborado um projeto estrutural específico, de modo a atender as exigências mínimas de resistência às cargas permanentes e não-permanentes.

Segundo o mesmo relatório, a estanqueidade do sistema foi aprovada. Tal estanqueidade é garantida pelo graute nas juntas entre painéis. Para garantia da impermeabilização, também deve-se atentar à execução dos encontros entre caixilhos, a aplicação de revestimentos impermeáveis em áreas molhadas, considerando o caimento do piso para essas áreas.

Já no tocante ao desempenho térmico, o Sistema atende requisitos mínimos da NBR 15.575 para zonas bioclimáticas 3 (clima temperado), 7 (quente e seco) e 8 (quente e úmido). O desempenho acústico proporcionado pelos painéis foi bastante satisfatório, tendo o valor de Rw (índice de atenuação ponderado) de 41 dB. Porém, para possibilitar que tal bom desempenho acústico seja mantido, a boa escolha de componentes como esquadrias é fundamental.

Quanto à questão da segurança ao fogo, no Sistema, sua resistência sob ação de cargas, é de 60 minutos, de acordo com o relatório do IPT n^o 986623-203. Já a durabilidade do Sistema está diretamente ligada ao cobrimento das armaduras, sendo que a NBR 6118 fornece os cobrimentos mínimos de acordo com a taxa de agressividade do ambiente e a durabilidade do material.

C) Componentes e Execução do Sistema:

Os componentes do Sistema Plenum são:

- a) Fundação tipo *radier* moldado *in loco* ou fundação profunda, de acordo com as características do terreno e do porte da edificação;
- b) Painéis de paredes pré-moldados com *plenum* interno;
- c) Lajes pré-moldadas;
- d) Telhado com estruturas de laje tipo “uêifel” de concreto pré-moldado;
- e) Cobertura aceitando diversos tipos de telha;
- f) Instalações prediais embutidas dentro dos painéis das paredes;
- g) Caixilhos e acabamentos com possibilidade de aplicação na própria Brasitherm;

Segundo a Brasitherm, o Sistema Plenum foi projetado para ser executado em 3 etapas:

Etapa 01: Instalação da unidade de produção no próprio canteiro ou isolada, em função do porte da obra.

Inicialmente, definem-se o tamanho da unidade de produção, adquirem-se os equipamentos, executam-se as instalações da unidade, recruta e capacita-se a mão-de-obra e inicia-se a produção da fábrica. A unidade de produção deve produzir, no mínimo, segundo a Brasitherm, uma unidade residencial por dia. A implantação dessa unidade de produção pode ser executada em 3 meses, sendo o 4º mês já utilizado para o início da produção.

Etapa 02: Fabricação das peças pré-moldadas na unidade de produção:

Com os projetos das peças que compõem o Sistema e projeto das interfaces entre essas peças em mãos, fabricam-se as paredes e lajes. Após isso, executa-se o acabamento dos painéis das paredes, embute nos painéis as instalações prediais e caixilhos, executa-se a pré-pintura e, por fim, embalam-se as peças do sistema para transporte até o local de obra.

Etapa 03: Execução da Obra.

Executa-se, primeiramente, a fundação. Após o transporte das peças até a obra, montam-se as peças encima da fundação (ou através de caminhão Munk, grua ou guindaste). Em seguida, instala-se o telhado. Os pisos são aplicados nas lajes junto com as louças. Com isso, podem-se ligar as instalações e complementos. Por fim, é executada a pintura final e a obra pode ser entregue.

D) A Homologação do Sistema

Através da homologação pela CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo), o sistema Plenum poderá ser utilizado nas licitações de projetos habitacionais. Uma casa de 42 m², ao utilizar tal Sistema, pode ser executada em 3 dias, após a etapa da fundação. Tal Sistema também é homologado pela CAIXA e Sinat.

III - Sistema Tilt-Up:



Gravura 11: Painéis Tilt-up, sendo posicionados e escorados, até fixação definitiva.

Fonte: <http://www.wtorre.com.br/engenharia/tecnologia.php>

A) Caracterização do Sistema

O Sistema, utilizado pela 1ª vez em 1909 nas fachadas de uma igreja metodista dos EUA, foi aprimorando através da construção de galpões industriais durante a 2ª Guerra Mundial. Porém, foi somente através da Sociedade Torre de Vigia, em 1989, na construção de um parque gráfico de 210.000 m² e de mil apartamentos que esse Sistema chegou ao país. Em 1993, através da WTorre, esse Sistema foi introduzido comercialmente no país.

Atualmente, o *tilt-up* é utilizado em todo o país, possibilitando um maior controle de obras de grande vulto. Atualmente, o Sistema possui todas as suas peças fabricadas em território nacional.

Apesar de tal Sistema ser mais voltado à edificações industriais, galpões e armazéns de 1 pavimento e pé-direito de 15m (A WTorre já executou uma parede de 18m, em Montes Claros) há também a possibilidade de adotar o *tilt-up* em edifícios residenciais (sendo possível, inclusive, a sobreposição de painéis) e casas (desde que seja em larga escala).

Os painéis das paredes são montados com concreto de fck de 25 MPa e aço CA50, com dimensão média de 5 x 18 m e no mínimo 12 cm de espessura. Porém, tais medidas podem atingir 29 x 28 m e 140 t de peso. Nesse último caso, a peça deve ser protendida. Mas geralmente, cada painel exige apenas 1

estaca na fundação. A estrutura da cobertura deve ser metálica e as telhas podem ser de concreto.

B) Vantagens e Exigências no Uso do Sistema

Uma vez que o *tilt-up* é executado diretamente na obra, o equipamento de execução do Sistema, mão-de-obra e material são locais. A Wtorre, por exemplo, dá suporte à obra apenas através do know-how, gerenciamento e armador. O Sistema não exige gasto com transporte, utiliza fôrmas reutilizáveis (que podem apresentar várias dimensões e formas). Pelo fato do *tilt-up* não utilizar andaimes, a sua montagem é mais segura que do processo tradicional.

Outra vantagem a ser ressaltada pelo Sistema é a possibilidade de emprego de vários tipos de acabamento nos painéis e de modificação do layout da edificação e de expansão da mesma através de deslocamento e abertura de vãos nos painéis através da execução de cortes. Além do mais, o *tilt-up* utiliza concreto dosado, gerando poucos resíduos e, não gera impostos como IPI (imposto sobre produtos industrializados) e ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços).

Porém, para que a utilização de tal sistema seja viável, é preciso que avalie-se o custo e disponibilidade de guindastes, concreto e aço, a condição de acesso ao local de obra (um espaço de 12x50 metros já permite a preparação e montagem do *tilt-up* na obra), e o tamanho do empreendimento a ser executado, que precisa ser de grande porte.

C) Execução do Sistema

a) *Fundação*: São executadas as estacas da fundação, fixadas em posições nas quais existem ligações entre 2 placas;

b) *Piso*: Para possibilitar que a qualidade, planicidade e resistência do piso de concreto sejam as melhores possíveis, uma vez que é sobre ele que são executados os painéis das paredes, deve-se adotar a técnica da laje zero;

c) *Montagem e Armação das Fôrmas*: As fôrmas são montadas sobre o piso, que recebe uma prévia dose de desmoldante para que os painéis das paredes não colem no piso durante a secagem dos mesmos. Nessa fase da execução, podem ser aplicados, sobre o piso, revestimentos a serem fixados nos painéis durante a cura dos mesmos. Em seguida, aplicam-se armações e insertos para içamento do painel;

d) *Concretagem*: A concretagem é iniciada após as fôrmas serem montadas e receberem as armações. Com a cura e o polimento do painel, pode-se aplicar as manilhas e cabos, para içamento dos painéis.

e) *Içamento e Estocagem dos Painéis*: O içamento do painel é executado com guias e guindastes. Caso não haja espaço suficiente, os painéis podem ser empilhados;

f) *Escora, Solidarização e Vedação dos Painéis*: Com os painéis das paredes na posição definitiva, até que se execute a solidarização dos painéis com o piso, através de engastes, consoles, arranques, barras de espera, luvas rosqueadas ou encaixes. As paredes, ao serem justapostas, recebem junta epoxídica para vedação;

g) *Estrutura da Cobertura*: Com a estrutura da cobertura executada, o conjunto de painéis recebe travamento e as escoras podem ser retiradas.

D) Obra Executada com o Sistema

Localizada próxima ao rio Itajaí-Açu, em Santa Catarina, uma fábrica e depósitos de produtos da Gomes da Costa, receberam ampliações, através da Carbone Construtora. A fábrica ganhou estacas pré-moldadas, pré-lajes e vigas de sustentação do novo piso, fabricados a 100 m do local. O piso foi executado através da técnica laje zero e, após sua cura, foi utilizado para a moldagem dos painéis e pilares das paredes. Como houve a utilização de insertos metálicos na fixação dos painéis com os pilares, sendo que estes foram utilizados para sustentar uma ponte deles, as escoras provisórias não foram utilizadas.

3.1.3. Sistemas em Painéis Alvenaria

I - Sistema Construtivo Casas Dominó



Gravura 12: Casa sendo executada com o Sistema Dominó. Observar os painéis.

Fonte: <http://www.casasdomino.hpg.ig.com.br>

A) Aspectos Gerais

O Sistema Dominó, patenteado e exclusivo da empresa catarinense homônima ao Sistema, utiliza painéis que geralmente possuem dimensões de 1,15 m x 2,65 m constituído de alvenaria de tijolos cerâmicos de 6 furos, rebocado em todo perímetro com argamassa convencional. Tais painéis são feitos na fábrica da empresa, sendo levados já prontos para montagem. Os painéis, obedecendo aos projetos, já vem com tudo embutido (instalações elétricas, hidráulicas, esquadrias).

Além dos painéis completos de alvenaria, a Dominó também executa, com mão-de-obra inclusa, fundação, telhado, forro, esquadrias e acabamentos. A garantia da edificação executada (que além de casa, pode ser estabelecimento comerciais de diversos tipos, instituições e até mesmo

galpões e pavilhões) é de 5 anos. Porém, por enquanto tal sistema está disponível apenas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

É possível ampliar a casa, desde que se mantenha o mesmo sistema, por garantia da qualidade. Tal sistema é financiado pela CAIXA.

B) Execução do Sistema

a) *Fundação*: As fundações são em blocos de concreto pré-moldados, constituídos com âncoras nas quais serão afixados os painéis de parede;

b) *Paredes*: Com espessura de 95 mm, os painéis das paredes têm largura de 19 a 139 cm e altura de 265 cm. Tais painéis são instalados através de munk e soldados, através de solda elétrica, nas âncoras afixadas na fundação;

c) *Revestimentos*: As paredes das áreas molhadas (no caso da cozinha, apenas a parede que receberá a pia) recebem azulejos até a altura do teto. Todo o piso da casa recebe cerâmica esmaltada;

d) *Instalações Elétricas e Hidráulicas*: São complementadas, através de equipamentos, as instalações elétricas e hidráulicas. Através de kits, registros, disjuntores, tomadas, interruptores, etc;

e) *Pintura*: A pintura é executada na alvenaria, forro, beirais e esquadrias;

f) *Cobertura*: A estrutura do telhado, o forro e o fechamento dos oitões são em madeira e a telha é romana redonda;

g) *Esquadrias e Ferragens*: Ambas as esquadrias são em madeira itaúba. Os vidros são de 3 mm de espessura. As ferragens são em inox.

C) Obras Executadas com o Sistema

Através do portfólio da empresa Casas Dominó, os tipos de casas construídos com o sistema variam tanto na dimensão (a empresa já executou, com seu Sistema, casas de 54 m² e até 170 m²) quanto nas formas e acabamentos. A grande maioria dessas casas localiza-se no estado de Santa Catarina.

II - Sistema Construtivo Casa Express

A) Aspectos Gerais

Tal sistema é destinado à execução de casas térreas e construções comerciais. Baseia-se na pré-fabricação de painéis de laje constituídos de blocos cerâmicos de pequena espessura com revestimento em concreto armado. Tais painéis tem o comprimento pré-definido na etapa do projeto, portanto são denominados de *painéis integrais*.

Os painéis são pré-fabricados em piso nivelado de concreto, utilizando-se fôrmas de aço para conferirem precisão dimensional ao painel e suas aberturas para esquadrias. Tais painéis são revestidos de ambos os lados em concreto armado. As instalações elétricas e hidráulicas são embutidas no painel durante a pré-fabricação. A seguir, ambos os lados recebem ou pintura, textura acrílica, ou placas cerâmicas, de acordo com especificações do projeto e o local no qual tais painéis serão instalados na edificação.

B) Fábricas e Produção de Painéis

As fábricas dos painéis da Casa Express concentram-se no Sudeste: 2 em São Paulo (Itapira e Sorocaba), 1 em Minas Gerais (Governador Valadares), 1 no Rio de Janeiro (Campos dos Goytacazes). Porém, com cobranças de royalties devido à parceria com 3 empresas, existe também uma fábrica desse Sistema em Teresina, no Piauí.

A produção dos painéis de alvenaria do Casa Express ocorre após o projeto de paredes e lajes. Os painéis de parede têm pé-direito fixo (2,70m). Caso o painel das paredes apresente um formato diferente ou necessite de uma outra solução, como oitões fixos à parede, deve-se pré-fabricar fôrmas especiais para esses painéis.

A fabricação dos painéis ocorre em um ritmo de no mínimo 1 unidade habitacional por dia, mas pode ocorrer de necessitar de uma maior produtividade de painéis, de acordo com o cronograma da obra.

C) Características Técnicas do Sistema

A espessura mínima do painel acabado é de 11,5 cm. Mas, especialmente por se tratar de questões estruturais, tal espessura deve ser aumentada. O concreto utilizado de acordo com a Casa Express, é, usualmente, 25 MPa. Para aumento da produtividade na montagem dos painéis, utiliza-se o Cimento CPV ARI, que apresenta, já no início de sua cura, uma alta resistência.

Sobre a camada de concreto armado, na parte superior do painel durante a fabricação, é aplicado mais uma camada de reboco para melhorar o acabamento dos painéis. Na outro lado do painel, em contato com o piso de concreto, o acabamento é melhor, não necessitando de reboco. Esse lado geralmente fica voltado para o lado externo da construção, por possuir melhor acabamento. Porém, para acabamento final, segundo a própria Casa Express, além da possibilidade das pintura aplicadas diretamente nos painéis, podem ser aplicadas placas cerâmicas, rochas ornamentais, etc.

D) Montagem do Sistema:

Fazendo-se uma estimativa mínima de tempo, temos a tabela, abaixo. Porém, vale considerar que o tempo de execução varia de acordo com a obra.

Tabela 02: Estimativa de tempo para execução de cada etapa do Sistema Casa Express.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/155/imprime162906.asp>

Etapa 01: Produção em Fábrica:
a) <i>Projeto para Painéis e Lajes:</i> 1 – 5 dias;
b) <i>Preparação e Produção de Lajes e Painéis Verticais:</i> 3 dias;
c) <i>Cura dos Painéis</i> (utilizando-se cimento ARI): 2 dias;
d) <i>Execução de Fundações:</i> 3 dias;
e) <i>Transporte e Carregamento dos Painéis:</i> Depende da distância da fábrica até o canteiro;
Etapa 02: Execução em Canteiro de Obra
f) <i>Montagem dos Painéis, Prumos e Alinhamentos:</i> 1 dia;
g) <i>Soldagem dos Painéis à Laje:</i> 1 dia;
h) <i>Grauteamento:</i> 1 dia;
i) <i>Execução do Telhado (estrutura e telhas):</i> 3 dias;
j) <i>Complementações das Instalações Elétricas e Hidráulicas:</i> 2 dias;
k) <i>Execução de Acabamentos e Arremates:</i> 6 dias.

E) Obras Executadas com o Sistema:

O Sistema, utilizado predominantemente para conjuntos habitacionais de pelo menos 20 casas, chegando a Casa Express a executar, com o Sistema, conjuntos de mais de 600 casas. Tal utilização do Sistema em empreendimentos de grande porte justifica-se pelo fato desse Sistema ser industrializado. Muitos empreendimentos desse sistema, inclusive, são conjuntos de habitações populares, tendo alguns desses conjuntos casas de até 28 m², como em Limeira-SP, no caso do Residencial Antônio Simonetti.

3.1.4. Sistema Construtivo do Programa Minha Casa Minha Vida

I - Aspectos Gerais

O Programa Minha Casa Minha Vida (P-MCMV) fornece, para atendimento de famílias de até 3 salários mínimos, projetos padronizados de casas térreas e prédios. Os empreendimentos a utilizarem tais projetos limitam-se à 500 UHs (em caso de condomínios segmentados, 250 UHs).

As casas têm 6 cômodos: sala, cozinha, banheiro, 2 dormitórios e área externa com tanque. A área total da UH é de 35m², (32m² de área interna).

O piso é cerâmico nas áreas molhadas (cozinha e banheiro) e cimentado no restante. As alvenarias são revestidas em azulejo 1,50m nas paredes hidráulicas e box. No restante, reboco interno e externo com pintura PVA. O forro pode ser em concreto ou PVC. A cobertura é em telha cerâmica. As janelas são ou em ferro ou em alumínio, e as portas, em madeira.

Cada cômodo tem dimensão compatível com mobiliário mínimo. O pé-direito é de 2,20 m nas áreas molhadas e 2,50 m no restante. As instalações hidráulicas e elétricas têm número de pontos definido, medição independente e especificação mínima de materiais. O kit completo de aquecimento solar e térmico já está instalado. E há sarjeta de 50 cm no perímetro da edificação.

Já os prédios possuem 4 apartamentos por andar e até 5 pavimentos (até 20 apartamentos). Cada apartamento tem 42 m² (37 m² de área interna).

Os apartamentos tem os mesmos cômodos, tipos de instalações prediais, kit de aquecimento solar e térmico, acabamentos, dimensões dos cômodos, largura da sarjeta no perímetro do edifício e esquadrias (com exceção do forro que é em laje de concreto) dos projetos padrão de casas do P-MCMV. O pé-direito é de 2,20 m nas áreas molhadas e 2,40 m nas demais áreas.

3.2. Sistemas Construtivos em Madeira

3.2.1. Sistemas em Light Wood Frame



Gravuras 13 e 14: Casa em Light Wood Frame, durante a montagem a acabada.

Fonte: http://arquitetandonanet.blogspot.com/2009_04_01_archive.html;
<http://www.ushome.com.br/imprensa/poptecno/poptecno.htm>

I - Introdução:

Aplicada à construção civil, a madeira possui vantagens como elevada resistência mecânica (principalmente relativa à tração transversal à direção de suas fibras), rápida execução (porém, na maioria das vezes, necessita de mão-de-obra especializada), peso reduzido (de 500 a 1.200kg/m³), resistência ao fogo, é um material renovável e demanda pouca energia em sua produção.

Porém, no Brasil, a aplicação desse material, tradicionalmente muito utilizado no sul do país, geralmente, esteve atado à técnicas construtivas ultrapassadas, tanto para aplicação, em habitações dos tempos coloniais para pessoas de baixa renda quanto em habitações de veraneio para pessoas de melhor poder aquisitivo. Esse número limitado de aplicações explica-se tanto pela falta de tecnologia das indústrias do ramo quanto pela falta de

conhecimento das propriedades da madeira, fatores que resultam na desvalorização e pouca durabilidade desse material.

Enquanto que aqui, no Brasil, devido às falhas no emprego desse material, as casas de alvenaria são opções bem mais confiáveis, na Europa, Japão, Estados Unidos e Canadá as casas de madeira não ficam devendo nada às casas de alvenaria.

Nesses países de 1º mundo, é bastante aplicado o sistema construtivo que utiliza estruturas leves de madeira (Light Wood Frame). Tal sistema utiliza painéis de montantes (verticais) e travessas (horizontais) de madeira pouco espaçados entre si e com pequenas dimensões na seção transversal. Sobre esses painéis são colocados fechamentos em chapas, ou de madeira reconstituída, ou de gesso acartonado. Tal sistema possui grande praticidade, com economia de tempo, facilidade de aplicação das instalações dentro das paredes e manutenção das mesmas.

Os Sistemas de Light Wood Frame têm origem na conquista do oeste norte-americano, pela vantagem de ser um Sistema de rápida execução, realizada através de mutirões.

Tal sistema é, essencialmente, formado por painéis estruturados de paredes e pisos. As paredes portantes (estruturais) são confeccionadas em módulos verticais com, geralmente, 1,5 pol de espessura (38 mm) e profundidade definida pela espessura do isolamento térmico, geralmente 140 mm. Já as paredes internas não necessitam de isolamento térmico, reduzindo sua profundidade para 90 mm. Os montantes resistem às cargas verticais dos pisos e cobertura e responsabilizam-se pela rigidez transversal dos painéis estruturados. As chapas (ou de madeira reconstituída ou de gesso acartonado) são fixadas com pregos à distância adequada para não haver flambagem.

Chapas revestidas em madeira recomposta compõem a estrutura dos painéis das paredes, e esses últimos comportando-se como um diafragma dos mesmos com aumento da rigidez do sistema. Nos painéis das paredes internas, podem ser aplicadas chapas de dry-wall, que não têm propriedades estruturais, mas travam as estruturas com sua rigidez, além de melhorarem o acabamento interno das paredes e proteger a edificação contra incêndio, uma vez que o gesso é incombustível.

O Sistema Light Wood Frame é bastante estável e rígido, capaz de resistir a solicitações verticais de ventos, nas quais a pressão é bem distribuída entre os montantes dos painéis. Essas solicitações são levadas às fundações da edificação.

Nos últimos anos, através de iniciativas para popularizar esse Sistema, como mais uma alternativa para construção industrializada, tem-se buscado romper com as limitações da utilização da madeira na construção civil brasileira.

Segundo estudo de especialistas, o Sistema pode-se tornar bastante competitivo em terras brasileiras, devido à capacidade de industrialização das construções leves de madeira e ao grande déficit habitacional no país (6,273 milhões de moradias em 2007).

O ritmo construtivo de tal sistema possibilita que casas completas de 200 m² sejam executadas em apenas 60 dias. Essa agilidade é explicada pela otimização da gestão produtiva, possibilitando execução simultânea das atividades na obra. A limpeza do canteiro de obras (a obra é seca), facilidade de manuseio e instalação das peças e exigência de pouco treinamento da mão-de-obra para a obra também explicam a agilidade construtiva desse sistema. Relativo às estruturas de concreto e alvenaria, a madeira é menos afetada pelo clima, o que permite a continuidade das obras mesmo diante da ação das intempéries. Outra vantagem desse Sistema está no preço de sua matéria-prima, mais estável, em comparação ao aço.

II - A Implementação do Light Wood Frame no País:

A tal implementação ainda busca quebrar estereótipos da aplicação da madeira em técnicas ultrapassadas de casas de veraneio e casas do período colonial, com estruturas mais pesadas. Outro estereótipo a ser quebrado é que a aplicação desse sistema leva ao desmatamento de áreas preservadas. Esse Sistema utiliza, com racionalização, madeira de reflorestamento.

Outros preconceitos são de que construir com madeira e pregos é primitivo, e que o sistema industrializado de construção é padronizado (muitas foram as variedades de construção com esse Sistema no país). Em oposição à outros Sistemas, o Light Wood Frame não vêm em um kit fechado, mas como

uma opção construtiva para qualquer tipo de construção. O porém é de que esse Sistema limita-se à edificações de até 5 pavimentos.

No país, a principal matéria-prima do Sistema é, o pínus, e, em menor volume, o eucalipto. Entre essas duas matérias-primas, o pínus é o preferido, inclusive na América do Norte, devido ao seu maior crescimento e permeabilidade ao autoclave, que protege a madeira dos organismos xilófagos.

Na busca por processos construtivos racionalizados, e para atender a norma de desempenho de edificações NBR 15.575, espera-se um aumento no emprego desse Sistema na construção civil.

Para que isso ocorra, os fabricantes desse Sistema buscam dar um curso de capacitação para utilização desse sistema, negociarem com a CAIXA para homologar o Sistema de modo a torná-lo financiável para habitações e assinarem um contrato com o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) para construção de protótipos e realização de testes.

A adaptação do Sistema ao país exige alterações como utilização da madeira tratada em toda a estrutura, uma vez que aqui há uma maior presença de organismos xilófagos que nos Estados Unidos. Mas há outros problemas, como a galvanização dos parafusos e peças metálicas aplicadas no Sistema e a não reutilização das peças de madeira, uma vez que essas últimas são tratadas em autoclave. Algumas peças como conectores teriam que ser fabricadas em série, em oposição ao que ocorre atualmente. Apesar disso, através de simples ferramentas de carpintaria, podemos construir casas nesse sistema, como já ocorrera. Isso demonstra que podemos desenvolver adaptações nesse sistema através do que já dispomos.

III - Montagem do Sistema:

a) *Fundação*: O Light Wood Frame possibilita o uso de qualquer fundação. Mas por questão de economia, da leveza da estrutura e da distribuição de cargas, a sapata corrida e o radier são mais utilizadas. No piso do 1º pavimento, aplicam-se técnicas tradicionais de revestimento.

b) *Paredes e Estruturas*: As paredes são autoportantes, assim como na Alvenaria estrutural. As estruturas são compostas em perfis de madeira, que

em conjunto com placas internas (de OSB, cimentíceas ou drywall) resistem à cargas horizontais e verticais (ventos e pequenos tremores de terra). Todas as ligações são em pregos tipo ardox ou anelado galvanizados à quente. As paredes são sustentadas também pelos pisos superiores, sendo que estes fazem o contraventamento horizontal com aqueles. As paredes das áreas molhadas, em placa cimentícea e *drywall*, devem receber impermeabilização em selador acrílico antifungo e pintura de resina acrílica sem diluição.

c) *Proteção Passiva*: Apesar do bom desempenho da madeira tratada ao fogo, é preciso criar proteções passivas (tipo fire stop) nas instalações por meio de compartimentação dos volumes.

d) *Lajes Superiores*: Denominados lajes secas, as estruturas horizontais do segundo piso são estruturados em vigas e barrotes de madeira e placas estruturais de OSB que, conjuntamente, resistem e transmitem cargas de peso próprio e as sobrecargas de uso do 2º piso. Tais lajes aceitam carpetes e pisos engenheirados que garantem isolamento acústico. Nas áreas molhadas, aplica-se, coladas sobre o deck de OSB, chapas cimentíceas. Tais chapas são aparafusadas em um gride 20x 20cm e impermeabilizadas com uma membrana de resina acrílica para esse fim).

e) *Cobertura*: Geralmente os telhados são em tesouras de madeira montadas com conectores metálicos gang-nails. A cobertura pode ser em telha cerâmica, metálica, fibrocimento, concreto, ou asfálticas (essas últimas mais leves, e demandam uma base em OSB);

f) *Instalações*: As instalações elétricas e hidráulicas são semelhantes às de construções convencionais. Contudo, as paredes de dry-wall em paredes internas confere maior facilidade na manutenção e agilidade na execução das instalações das paredes;

g) *Isolações*: O conforto termo-acústico da edificação pode ser atingido com paredes de menor espessura em relação às paredes de alvenaria,

podendo, inclusive, serem preenchidas (nas paredes externas à edificação), com lã de vidro, lã de rocha;

h) *Esquadrias*: Portas e janelas podem ser executadas assim como no sistema tradicional de construção, mas podem vir inseridas com painéis de fechamento.

i) *Revestimentos*: Quase todo tipo de revestimento pode ser utilizado, em qualquer parte da edificação. Nas fachadas, porém, é preferível utilizar sidings vinílicos, chapas cimentícias e sidings de madeira.

IV - Obras Executadas com o Sistema:

O condomínio Porto Primavera, em Curitiba, um dos primeiros empreendimentos executados com esse Sistema, em 2001, com 8 apartamentos de 50 m², para locação, (com 2 dormitórios, sala, cozinha, banheiro e serviço) e área total de 440 m², custou R\$ 250,00/ m² (bem abaixo do CUB do início de 2001, no RS, de R\$ 520/ m²). Tal empreendimento, executado pela construtora Malacon, em parceria com a Ushome (uma das empresas que atualmente implantam a tecnologia do Steel Frame no país). Tal condomínio, com estrutura em araucária, e chapas OSB autoclavadas. Esse empreendimento levou 3 meses para ser construído.

3.2.2. Sistema Kit Casa Popular em Madeira



Gravura 15: Modelo de casa do Projeto Kit Casa Popular em Madeira.

Fonte: <http://www.casasdomino.hpg.ig.com.br>

I - Introdução:

Voltado para a autoconstrução, o Sistema foi desenvolvido pela Urbe Arquitetura e Urbanismo e o Sindimadeira, de Lages. Tal programa, que devido à inviabilidade financeira, não pôde receber apoio do SINDUSCON-SC, visa fornecer à população de baixa renda uma solução para habitação com preço acessível e que não necessite de mão-de-obra especializada na execução.

Tal Sistema, além de ser sustentável, por utilizar madeira como matéria-prima, possui execução rápida, além de poder ser ampliado. Esse Sistema ainda passa por processo de avaliação da CAIXA, para que possa ser financiado pela instituição, futuramente.

II - Características Principais:

O Sistema utiliza madeira tratada, e é fornecido em 2 opções de kits:

- a) Casa de 45,32m²: Possui sala de estar, cozinha, 3 quartos e banheiro;
- b) Casa de 30,32m²: Possui sala de estar, cozinha, 2 quartos e banheiro;

Tal Sistema permite ampliação de mais 2 cômodos, abrigo para carros e acesso coberto na entrada e área de serviço. Os painéis, de (1,22x2,44)m, são padronizados. Para ventilação da estrutura, a casa é elevada do solo.

O banheiro, pré-moldado de concreto, tem rápida instalação. A montagem pode levar 10 dias e os kits da casa são completos e com manual de montagem.

III - O “Plano B” do Setor Madeireiro

O setor madeireiro sofreu um duro golpe, após a crise financeira mundial de 2008. Em Lages, Santa Catarina (um importante centro produtor dessa matéria-prima) as madeiras da região exportavam 50% de suas produções para os EUA, país que utilizava a madeira para produção de casas. Com a crise financeira, a produção de casas nos EUA caiu pela metade. Isso fez com que metade dos produtos das madeiras, a serem exportados, ficaram no mercado interno, o que reduziu o preço da madeira.

Para contornar a crise no setor madeireiro em Santa Catarina, e dar uso ao excesso de produtos das madeiras disponibilizados no mercado interno, o *Kit Casa Popular em Madeira* aparece como uma boa solução. Além do mais, com o aumento da rigidez das leis ambientais, espera-se que a extração ilegal de madeira vinda da Amazônia reduza-se em até 80%, fazendo com que o mercado volte-se mais à madeiras de reflorestamento, desenvolvendo regiões que, como Lages, têm indústrias madeireiras sustentáveis.

3.3. Sistemas Construtivos em Concreto-PVC

3.3.1. Introdução

Existem, no Brasil, duas empresas que dispõem do *know-how* desse Sistema, ambas no Rio Grande do Sul: a Plásticos Vipal, que produz o Sistema Casa Forte e a Royal Technologies do Brasil, multinacional criada em Toronto, uma das maiores produtoras de polímeros do mundo. Ambas empresas têm suporte da Braskem (empresa produtora do PVC).

O PVC tem a vantagem de ser mais sustentável que os plásticos convencionais, por consumir menos energia e produzir menos resíduos em sua fabricação além de utilizar, em sua composição, 57% de sal marinho, e 43% de fontes não-renováveis, como o petróleo e gás natural. Mas há pesquisas que buscam substituir essas fontes não-renováveis por álcool vegetal. Outra vantagem é que o PVC tem um longo ciclo de vida, sendo aplicado em produtos da construção civil que possuem durabilidade de 20 a 100 anos.

Na construção civil, devido à versatilidade, economia, leveza e estética, 73% de todo o PVC produzido é aplicado nesse setor. A principal aplicação do material está nas instalações hidráulicas das edificações. Além do mais, o PVC também está presente nas instalações elétricas, drenagem, poços tubulares e telecomunicação.

Porém, a indústria da construção civil está descobrindo novas aplicações desse material, e, ganhou espaço na fabricação de esquadrias e revestimentos e decorações de edificações.

As vantagens do PVC na arquitetura são a versatilidade, resistência às intempéries, durabilidade, resistência mecânica, leveza, resistência contra o fogo, pouca manutenção, imunidade a fungos, cupins e bolores, não necessita de pintura resistência química.

3.3.2. O Sistema Concreto-PVC da Royal Technologies e ABCP



Gravura 16: Habitações em Concreto PVC da Royal e ABCP construídas em São Luiz do Paraitinga - SP.

Fonte: <http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/abcp-orienta-construcao-de-casas-em-concreto-e-pvc-em-sao-luis-do-paraitinga>

I - Introdução:

O Sistema da Royal Technologies e ABCP possui 3 espessuras diferentes de paredes: 64, 100 e 150mm de espessura. Os painéis podem ser preenchidos com poliuretano expandido, poliestireno em barras, concreto leve, concreto estrutural, areia, solo-cimento, brita, etc. Ou podem também ficar ociosos com estrutura de madeira interna.

Os painéis, fabricados na altura certa, têm um encaixe simples e rápido, podendo ser utilizados em vergas, peitoris e paredes sem esquadrias. Para montagem utiliza-se esquinas, conectores, divisórias internas, etc. O rodapé e o roda-forros funciona como guia de montagem e acabamento dos painéis.

II - Montagem do Sistema:

a) Para a estrutura do Sistema, inicialmente, fixa-se uma guia de madeira de 64mm no chão com pregos de aço e buchas;

b) Após isso, aplicam-se, sobre esses pregos, colunas internas de madeira à guia do piso e os painéis nessas colunas. Tais colunas têm a mesma altura dos painéis de PVC. Geralmente, essas colunas de madeira são fixadas ao lado de esquadrias e encontro entre paredes e esquinas;

c) No topo das paredes, aplica-se o mesmo tipo de sarrafo do piso, como uma cinta de amarração. Essa cinta será aparafusada e pregada nas colunas dentro dos painéis;

d) Após a montagem das cintas de amarração, executa-se a estrutura da cobertura, que aceita diferentes tipos de estruturas e telhas, uma vez que a combinação de paredes de PVC com colunas de madeira cria um conjunto bastante resistente;

e) Em seguida, executam-se, nas esquadrias das janelas, os pré-marcos, ou contramarcos, que possuem aba mecânica para vedação. Os marcos para porta possuem batente e reforço de aço para montagem de dobradiças. As janelas e portas são instalados.

III - Obras Executadas com o Sistema e Custos:

O Sistema foi utilizado em São Luís do Piratininga, a 178 km de São Paulo. Tal município foi arrasado pelas enchentes no início de 2010, e recebeu, no mesmo ano, 151 habitações populares utilizando o Sistema Concreto-PVC da Royal Technologies (em parceria com a ABCP). Tais obras tiveram o apoio da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Urbano e Habitacional de São Paulo). Entre essas habitações, 106 têm 54,86m² e 45 têm 65,90m².

Tal Sistema foi escolhido para ser implementado na obra devido à necessidade de erguer casas em prazos muito curtos. No total, foram investidos R\$ 17,4 milhões nas 151 casas construídas, resultando numa média de R\$ 115 mil por casa construída.

3.3.3. O Sistema Casaforte da Vipal



Gravura 17: Casa construída no Sistema Casaforte, em Canoas-RS, no condomínio Valparaíso.

Fonte: <http://www.plastico.com.br/revista/pm331/noticias3.htm>

I - Introdução:

O Sistema Casaforte assemelha-se em diversos pontos com os Sistemas que utilizam concreto e PVC anteriormente citados. Tal Sistema possui o aval da UFRS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), e é homologado pela CAIXA.

Os perfis do Sistema são produzidos através de co-extrusão, possibilitando a adição de aditivos na face externa dos mesmos, que protege esses componentes construtivos de raios ultravioletas.

Tais peças são pré-fabricadas com as dimensões corretas de acordo com o projeto, evitando o desperdício. Os painéis, por serem autoportantes, não podem mudar de lugar após a finalização da obra, mas o Sistema permite ampliações. O sistema pode apresentar um conforto térmico e acústico superiores ao do sistema tradicional de alvenaria. Para que se possa alcançar tais níveis de conforto, é preciso, respectivamente, utilizar concreto celular no preenchimento dos painéis e esquadrias de PVC.

II - Montagem do Sistema:

A montagem do Sistema segue os seguintes procedimentos:

a) *Fundações*: As fundações são executadas em função do tipo do terreno, sendo o construtor encarregado desta etapa;

b) *Montagem das Paredes*: As paredes são compostas de painéis de 75 mm de espessura. Para manutenção do prumo, alinhamento e travamento dos painéis. Em seguida, são instaladas as armaduras de reforço e conexão;

c) *Execução das Instalações Elétricas e Hidráulicas*: As instalações elétricas, assim como hidráulicas, são embutidas dentro dos painéis de PVC. As instalações hidrossanitárias são projetadas para evitar passagens horizontais nas paredes;

d) *Concretagem*: A concretagem ocorre em uma única operação para garantir um sistema monolítico com boa ancoragem com as armaduras de reforço e conexão. Para essa etapa, deve-se utilizar um concreto bastante fluido e com resistência mínima de $f_{ck} = 20$ MPa;

e) *Armários Louças*: Não há restrições, mas deve-se utilizar buchas especiais, em caso de preenchimento dos painéis de PVC com concreto celular;

f) *Acabamentos*: Os painéis não necessitam de acabamento, devido a camada protetora dos raios ultravioletas dos dois lados dessas peças. Porém, pode-se utilizar tanto revestimentos cerâmicos, aplicados com cola, quanto papel de paredes, pintura elastométrica, tinta acrílica, massa corrida (interiores) e tinta texturizada;

g) *Telhado*: Devido à grande resistência do conjunto de painéis concretados, de PVC, é possível utilizar diversos tipos de telhados e telhas.

III - Obras Executadas com o Sistema e Custos:

O Sistema foi utilizado em 2002, no condomínio Valparaíso de Canoas – RS, na época, a um custo de R\$ 350/ m². Tal custo, na Tal valor está abaixo dos R\$ 408,08/ m² do valor menor do CUB de *padrão baixo* de projetos de *padrão habitacional*, segundo dados da Sinduscon-MG de maio de 2002.

Vale ressaltar que, na época, o nome da Vipal era Medabil, que mudou em 2007 para Vipal/ Plásticos.

3.4. Sistemas Construtivos em Kits Metálicos

3.4.1. Introdução

O uso da estrutura de aço, juntamente à outros tipos de construção a seco, abre portas à industrialização de processos construtivos, com redução de perdas de materiais e retrabalho. Apesar da redução do tempo de execução da obra, a mão-de-obra a ser utilizada nesses sistemas alternativos deve ser especializada.

Com a redução de peso da edificação, a utilização dos sistemas em kits metálicos reduz os custos das fundações de edificações. Outro aspecto a ser observado é a maior flexibilidade desse sistema, sem redução de qualidade do produto final, ao término da execução da obra.

Outra vantagem associada aos sistemas em kits metálicos é o reaproveitamento das peças estruturais, após a demolição das edificações que utilizam esses sistemas.

Os sistemas em estrutura de aço tornaram-se uma boa alternativa às habitações sociais, sendo utilizadas em alguns empreendimentos da COHAB (Companhia Habitacional) e outros órgãos ligados às questões habitacionais do país.

As principais empresas a desenvolverem tais sistemas no país, vendidos em kits, foram a USIMINAS, a COSIPA, a GERDAU e a CSN.

O uso do aço na habitação de interesse social foi impulsionada a partir do momento em que começaram a existir financiamentos, o que não existia há anos. A CAIXA criou, em 2002, o *Manual edificações habitacionais convencionais estruturadas em aço: requisitos e critérios mínimos para financiamento pela CAIXA*.

Apesar desses esforços em popularizar esses Sistemas, há ainda uma resistência em se utilizar tais sistemas no país. No segmento habitacional, o aço ainda é pouco utilizado, concentrando seu uso na região Sudeste, através de recursos da CAIXA, COHABs, CDHU e prefeituras. Tal material é mais utilizado em edificações comerciais, devido ao maior retorno financeiro.

3.4.2. O Sistema Usiteto



Gravura 18: Casa Usiteto.

Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0370-44672005000200006&script=sci_arttext

I - Introdução:

A Usiminas criou o Usiteto, que inicialmente tratava-se de edificações de 4 pavimentos, com área útil de 42,54m² de cada UH. Após adaptações da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo), essas UHs passaram a ter 48m² e as edificações passaram a ter de 5 e 7 pavimentos. A opção de sete pavimentos, terreno com desnível e dois pavimentos no subsolo (tirando a necessidade de elevador), é a mais utilizada.

Esses edifícios podem ser executados de maneira semi-industrializada e industrializada. A 1ª opção utiliza perfis dobrados, lajes maciças e alvenaria cerâmica para vedações. A 2ª opção utiliza perfis soldados, lajes steel-deck, vedações internas com painéis de gesso acartonado e externas em painéis de concreto celular. Em se tratando da edificação de 7 pavimentos, a 1ª opção leva 116 dias para a execução, enquanto a 2ª opção leva 100 dias.

Já as habitações unifamiliares da Usiteto possibilitam que o morador construa, futuramente, sua própria casa, após ser devidamente instruído para isso. As duas opções para a construção da casa são o sistema semi-

industrializado (fechamento em tijolo cerâmico) e outro industrializado (fechamento em painéis).

A casa é constituída por engradamento e colunas em perfis de aço resistentes à corrosão, com partes soldadas executadas em fábrica, sendo que a obra fica apenas com a montagem aparafusada. As colunas servem como guias para alinhar as vedações, que podem ser executadas, desde como alvenaria de blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos e painéis de concreto celular ou painéis dry-wall.

A casa Usiteto possui 3 tamanhos diferenciados: 36, 42 e 45m², sendo que a 1ª é para consumidores diretos que não necessitam de financiamento. O kit da Usiteto é fornecido pela empresa com todo engradamento metálico, com exceção de esquadrias, mas inclui a estrutura do telhado e projetos de instalações prediais. Se considerarmos a casa de 36 m², a montagem de tal estrutura pode ser executada de 1 a 4 horas. O custo da casa de 36m², segundo dados de 2001, é de 8,625 mil reais (cerca de R\$240/ m²), bem abaixo do CUB médio do Rio Grande do Sul na época (R\$520,81).

Essa casa pode ser executada em módulos, com duas fases de ampliações. O 1º módulo possui apenas um quarto/sala com banheiro e cozinha, com as duas fases seguintes acrescidas de um quarto em cada uma.

II - Montagem do Sistema:

a) *Fundação*: É realizada após a terraplenagem, locação de obra e disposição do gabarito do terreno. É realizada em radier. Após a concretagem da fundação, posiciona-se insertos metálicos para fixação de pilares na fundação.

b) *Tubulação*: As tubulações devem ser embutidas no solo de acordo com especificações do fabricante.

c) *Fixação dos Pilares e Vigas*: Após a cura da fundação, os pilares são fixados nos insertos metálicos e chumbados no radier. Em seguida, as vigas são aparafusadas à meia-altura no topo dos pilares.

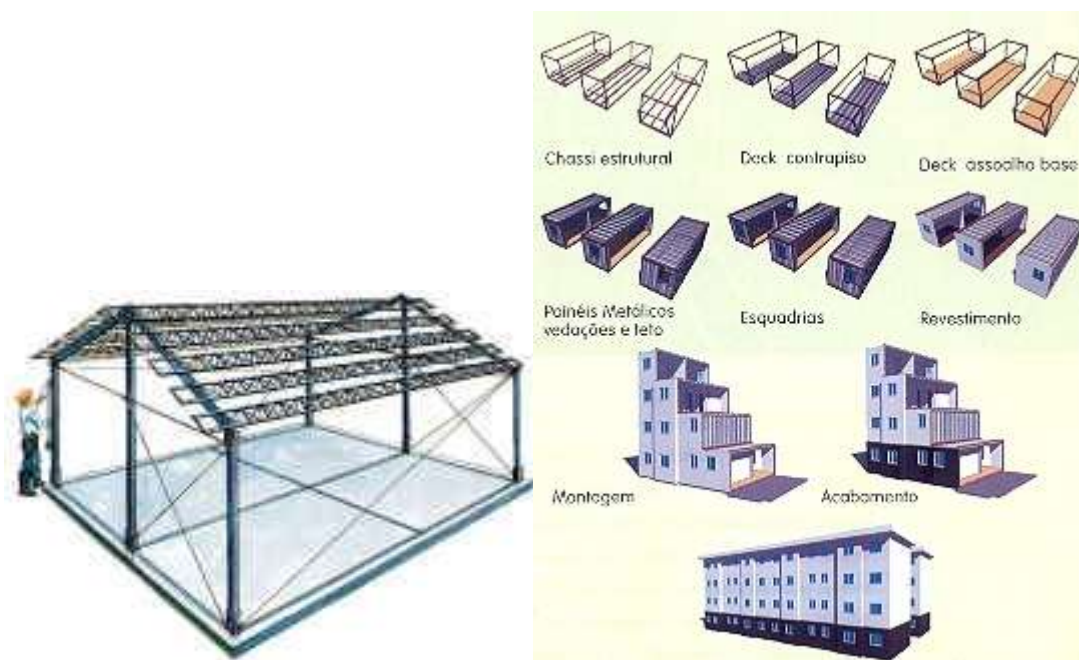
d) *Execução das Esquadrias e Alvenarias*: No radier, são marcadas as posições das portas e janelas, procedendo com a elevação das paredes e colocação das esquadrias à maneira tradicional. Tirantes de contraventamento provisórios nas esquadrias garantem estabilidade da estrutura até execução das alvenarias. Já os tirantes de contraventamento permanentes reforçam a estrutura, auxiliando as vigas.

e) *Alinhamento das Paredes*: As paredes da fachadas devem ser alinhadas com as faces externas dos pilares metálicos, amarrando-se tijolos e pilares com vergalhões. Espaços entre pilares metálicos e alvenarias podem ser preenchidos com argamassa, contidas por fôrmas laterais de madeira.

f) *Vigas de Cobertura e Telhas*: Com toda a estrutura principal montada, pode-se iniciar a colocação de vigas de cobertura e de telhas, a partir dos beirais de cada um dos lados de cobertura. As telhas podem ser cerâmicas.

g) *Acabamento e Peças Sanitárias*: Com telhas e estrutura, cobertura e vedações prontas, inicia-se o acabamento, que aceita soluções variadas. Após a execução do acabamento, parte-se para a instalação das peças sanitárias.

3.4.3. O Sistema GERDAU e Cosipa



Gravura 19 e 20: Estrutura Casa Fácil Gerdau e montagem do Sistema Cosipa.

Fonte: <http://papodeobra.blogspot.com/2009/02/habitacao-popular-casa-facil-gerdau.html>;
<http://www.cbca-iabr.org.br/noticias-ultimas-ler.php?cod=5015&bsc=&orig=noticias-ultimas>

I - O Sistema GERDAU:

A GERDAU também possui um sistema, denominado de Casa Fácil Gerdau, com áreas de 24, 36 e 48 m². A residência fica pronta em até 21 dias, com telhados paredes e acabamentos, uma economia de tempo de 35% em relação aos 32 dias do sistema convencional.

A montagem desse sistema, com exceção do fato que não pode ser executado em etapa, é semelhante à montagem do sistema Usiteto.

II - O Sistema Cosipa:

Já a Cosipa desenvolveu dois projetos de edifícios de 827 m² para habitação popular, com estrutura e escadas de aço e tipos de fechamento variados, lajes e divisórias internas. Cada edifício possui 4 pavimentos com 4 UHs de 2 dormitórios cada um, de 40 m² de área. A solução semi-industrializada utiliza fechamento e divisórias em blocos e lajes maciças de

concreto. A solução industrializada mostra fechamentos em painéis de concreto pré-moldado, divisórias de gesso acartonado e lajes steel deck. O custo total de cada apartamento é de R\$ 15,7 mil (equivalente à R\$ 392,50/ m²). Esse valor é inferior ao inferido pelo CUB/ m² do RS em Janeiro de 2001 (R\$520,81).

A seguir, serão mostradas as etapas da montagem do Sistema Cosipa:

a) *Fundações*: variam de acordo com o terreno. Segundo levantamento de custos, a solução ideal é a fundação em estacas pré-moldadas, blocos e baldrame em concreto armado.

b) *Estrutura*: No sistema semi-industrializado, os pilares e vigas são em perfis de chapa dobrada, seção tipo caixão. Os perfis tubulares recebem contraventamento e toda estrutura utiliza aço COS CIVIL 300. No sistema industrializado, os perfis são soldados, para vencer vãos maiores.

c) *Escadas*: As escadas são estruturadas em aço, com acabamento em pintura. Concreto preenche os patamares e degraus.

d) *Lajes*: No sistema semi-industrializado, a laje é em concreto moldado *in loco*. No sistema industrializado, a laje é em *steel deck*.

e) *Paredes, Divisórias Internas e Fechamentos Externos*: No Sistema semi-industrializado, ambas as paredes são em blocos de concreto. No sistema industrializado, os fechamentos externos são em painéis pré-moldados de concreto. No sistema Industrializado, as paredes de blocos de concreto dão lugar à divisórias de dry-wall.

3.4.4. O Sistema CSN

I - Introdução:

A CSN lançou um sistema modular de construção que utiliza chapas de aço galvanizado dobradas a frio na forma de perfis estruturais. Painéis modulares em aço são utilizados para montagem de paredes, enquanto perfis em “U” simples são utilizados na composição e ligação entre módulos.

Na cobertura são utilizados perfis estruturais tipo “U” enrijecidos e perfis cartola, que oferecem mais segurança e leveza à estrutura, segundo a própria CSN. O aço utilizado no Sistema possui revestimento de zinco, que o protege permanentemente, e o desempenho do Sistema está de acordo com normas da ABNT.

II - Montagem do Sistema:

a) Assim como nos processos tradicionais, prepara-se o terreno onde será construída a fundação, e instalado o sistema de esgoto.

b) Com os vãos de portas e janelas já prontos, as paredes chegam na obra prontas para a montagem. São confeccionadas em perfis de aço galvanizado fixados entre si por parafusos.

c) A laje do piso deve ser impermeabilizada com massa asfáltica para perfeita vedação. As paredes são levantadas sobre um sóculo na laje, em um canto externo. Parafusos fazem fixação entre módulos, que são chumbados, em seguida, ao piso, através de buchas de expansão e parafusos.

d) Com a montagem das paredes concluída, parte-se para a execução da estrutura do telhado, com caibros e ripas de aço.

4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo de 70 anos, desde o início da favelização nas grandes cidades, a falta de moradias decentes tornou-se uma das principais reivindicações da população e o governo buscou inúmeros planos para solucionar os problemas habitacionais no país. Apesar dos resultados atingidos ao longo dos anos por tais políticas, as estatísticas revelam que o número de famílias atingidas pelo déficit habitacional no país mantém-se grande.

Isso é explicado, em parte, pela falta, ao longo desses anos, de um órgão centralizado e com poder suficiente, além de medidas em número excessivo e mal estruturadas para combater o déficit habitacional, ambos incapazes de lidar com a crescente demanda no processo de enorme crescimento das cidades brasileiras.

Uma grande contradição é que o próprio governo dá acesso, através de programas de financiamento de materiais de construção, à autoconstrução, que representa a grande maioria das construções de habitações no país. Esse incentivo é realizado sem o adequado acompanhamento das obras, pouco investimento em novas tecnologias construtivas e falta de apoio do setor privado e público, gerando a produção de moradias precárias.

Porém, através de incentivos como a fabricação do Sistema Kit Casa Popular em Madeira, e de programas como o que ocorreu no Vale do Paraíba (através da ABCP), espera-se uma maior apoio (tanto do setor privado quanto público) à autoconstrução.

Outro fato que atrapalha é o grande conservadorismo da construção civil brasileira, preconceituosa com tecnologias inovadoras, e muito atada à técnicas convencionais, que geram desperdício de material, dinheiro e tempo, e resultam na falta de qualificação da mão-de-obra no país. Os incentivos através de novas tecnologias construtivas têm sido lentamente absorvidos por esse setor. Essa lentidão explica-se através do fato de, nos últimos anos, o preço da mão-de-obra ter caído. Tal queda tornou mais vantajoso utilizar sistemas convencionais, com mais mão-de-obra, e insumos mais baratos à utilizar sistemas alternativos, com menos mão-de-obra, mas especializada e mais cara, além de insumos também com preço mais elevado e impostos como o IPI

e ICMS. Com isso, alguns sistemas alternativos ficam relegados à grandes cidades (devido à maior quantidade de mão-de-obra especializada) e grandes obras (devido à produção em escala dos insumos dos sistemas alternativos).

Porém, com esse trabalho, busca-se, conscientizar todos os agentes do setor de habitação sobre sistemas que possibilitam soluções viáveis, econômica (pelo fato dos sistemas aqui apresentados possuírem preço competitivo em relação às técnicas construtivas convencionais) e tecnicamente (uma vez que tais sistemas não exigem muita mão-de-obra especializada e, em alguns casos, podem ser executados até pelos futuros moradores). Com o uso de tais Sistemas, será viável acelerar ainda mais o atual crescimento do setor da construção civil brasileira, e combater com mais eficiência o déficit habitacional no país, através de menores desperdícios, redução no tempo de execução das obras, melhorar a qualificação da mão-de-obra (em alguns casos), sendo possível inclusive, através da produção em alta escala dos insumos dos sistemas construtivos apresentados no trabalho, produzir habitações de interesse social cada vez mais baratas.

BIBLIOGRAFIA

- <http://veja.abril.com.br/noticia/economia/expansao-da-construcao-civil-vai-desacelerar-em-2011>, acessado dia 24/01/2011;
- http://www.brasileconomico.com.br/noticias/bons-ventos-para-a-construcao-civil-em-2010_73652.html, acessado dia 24/01/2011;
- <http://revista.construcomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/81/imprime120843.asp>, acessado dia 24/01/2011;
- BONDUKI, Nabil Georges, **Análise Social**, vol. XXIX (127), págs. 711-732, 1994;
- <http://jus.uol.com.br/revista/texto/582/lotementos-fechados>, acessado dia 18/01/2011;
- BONDUKI, Nabil Georges, **Política Habitacional e Inclusão Social no Brasil: Revisão Histórica e Novas Perspectivas do Governo Lula**, págs 70-104, 2006;
- <http://www.bcb.gov.br/?SFHHIST>, acessado dia 21/12/2010
- BREITBACH, Áurea Corrêa de Miranda, **Indústria da Construção Civil – A Retomada**, Revistas Eletrônicas FEE;
- FERNANDES, Cássia do Carmo Pires, SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos da, **Ações e Contexto da Política Nacional de Habitação: da Fundação Casa Popular ao Programa Minha Casa Minha Vida**, UFV, Artigo 27, 2009.
- <http://www.fase.org.br/v2/pagina.php?id=3109>, acessado no dia 20 de janeiro de 2011;
- <http://www.zap.com.br/revista/imoveis/ultimas-noticias/entregas-da-primeira-fase-do-minha-casa-minha-vida-terminam-em-2012-20110117/>, acessado no dia 20 de janeiro de 2011;
- ANASTASIA, Antônio Augusto, Vice-Governador de Minas Gerais, **Cartilha Estratégia de Combate à Pobreza em Minas Gerais**, Governo de Minas Gerais, 2010;
- AMORIM, Sérgio Leusin de, **Gestão & Produção**, vol. 3, número 3, páginas 262-274, dezembro 1996;
- http://www.habitare.org.br/programa_historico.aspx, acessado dia 21 de janeiro de 2011;
- <http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/69/imprime32505.asp>, acessado dia 15 de janeiro de 2011;
- <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/100/imprime31591.asp>, acessado dia 21 de janeiro de 2011;
- MOREIRA, Herivelto, PASSINI, João José, BASTOS, João Augusto de Souza Leão, VOLPATO, Marcília, LARONZINSKI, Maristela Hildemann, ESPÍNDOLA, Oséas Samuel, **O Processo de Inovação Tecnológica no Setor Habitacional: O Caso da Vila Tecnológica em Curitiba**, Pesquisa de Trabalho Interdisciplinar de Conclusão das Disciplinas de: arte, técnica e Profissão, Filosofia e História da Educação Tecnológica e Metodologia Científica;
- <http://www.cde.br/intelligentia/publicador/conteudo/foto/2462005Alexandre%20Godoy%20Dotta.pdf>, acessado dia 15 de dezembro de 2010;

JESUS, Cláudia Nascimento de, **Programas Setoriais da Qualidade na Construção Civil no Segmento de Obras: Implementação e Análise Crítica**, USP – São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Maio de 2002;

FOSSATI, Michele, **As Novidades Apresentadas nos Últimos dois Anos pela Técnica, Revista Tecnológica da Construção**, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, abril de 2003.

PANATTO, Eloísa, **Análise Teórica da Viabilidade Industrial de Implantação de um Sistema Construtivo em Paredes de Concreto pré-fabricadas para Habitação de Interesse Social**, UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense), Curso de Engenharia Civil, Criciúma, novembro de 2009;

STARKA, Ana Maria, FILHO, Hugo da Costa Rodrigues, **Habitação 1.0 - Bairro Saudável. População Saudável. Manual Técnico para Implementação**, Associação Brasileira de Cimento Portland, Setembro de 2002.

http://www.arquitetura.com/tecnologia.php?id=2&id_tec=20040728100919, acessado dia 23 de janeiro de 2011;

http://www.sinduscon-mg.org.br/site/cub_home.php, acessado dia 27 de janeiro de 2011;

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/149/imprime149948.asp>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://papodeobra.blogspot.com/2009/04/sistema-construtivo-em-paredes-pre.html>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/148/imprime144170.asp>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://arquiteturadiscutvel.blogspot.com/2009/09/cdhu-autoriza-utilizacao-de-paineis.html>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/imprime73352.asp>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/tilt-up-e-suas-multiplas-vantagens/>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.casasdomino.hpg.ig.com.br/>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/155/imprime162906.asp>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

http://www.stamade.com.br/artigos/publ01_revista_techne140.pdf, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

http://www.stamade.com.br/artigos/publ02_revista_techne148.pdf, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

SANTOS, Antevir Castro dos, SZÜCS, Carlos Alberto, **Sistema Estrutural de Piso em Madeira Composto de Chapas de OSB e Vigas I**, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas,

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Agosto de 2009.

HECK, Márcia, BAMPI, Maurício Magalhães, CARNEIRO, Rafael Fornari, ROSAR, Rolde Romeu, **Kit Casa Popular em Madeira**, Urbe Arquitetura e Urbanismo, Sindimadeira.

<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/abcp-orienta-construcao-de-casas-em-concreto-e-pvc-em-sao-luis-do-paraitinga>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/populacao-de-sao-luiz-do-paraitinga-recebe-151-casas-em-concreto-pvc>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

<http://www.plastico.com.br/revista/pm404/construcao/constr01.html>, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

http://www.concretopvc.com.br/upload/sites_braskem/pt/concreto_pvc/publicacoes/Descritivo_Canteiros_de_obra.pdf, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

http://bembr.com.br/dados_tecnicos/Manual%20Casaforte%20Vipal.pdf, acessado dia 25 de janeiro de 2011;

BANDEIRA, Adriana Almeida de Castro, **Análise do Uso de Estruturas de Aço em Edificações Habitacionais de Interesse Social**, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Curso de Especialização em Construção Civil, UFMG, págs. 80-103, Janeiro de 2008;

http://www.ecivilnet.com/artigos/moradia_popular_metalica.htm, acessado dia 25 de janeiro de 2011;