

**INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E
TECNOLOGIA**

**THAIS ANDRADE
WESLEY HENRIQUE DE OLIVEIRA**

**NOVAS TECNOLOGIAS NA EXECUÇÃO DE
HABITAÇÕES POPULARES EM ESTRUTURAS METÁLICAS.**

ENGENHARIA CIVIL

**DOCTUM - MINAS GERAIS
2015**

**THAIS ANDRADE
WESLEY HENRIQUE DE OLIVEIRA**

**NOVAS TECNOLOGIAS NA EXECUÇÃO DE HABITAÇÕES
POPULARES: ESTRUTURAS METÁLICAS.**

Monografia apresentada á banca examinadora da faculdade de engenharia civil do instituto Doctum de Educação e Tecnologia como requisito de obtenção de grau de bacharel em engenharia civil, sob a orientação de José Salvador Alves.

**DOCTUM - CARATINGA
2015**

AGRADECIMENTOS

Ao nosso amado Deus que nos guiou até aqui e nos deu a capacidade de alcançar tudo que almejamos em nossas vidas.

As nossas famílias que ambas nos apoiaram a todo o momento de cansaço nos encorajando com palavras de apoio.

Ao André e a Nathália, que durante todos esses anos de faculdade estiveram conosco nos apoiando.

Ao nosso orientador José Salvador por todo conhecimento transmitido ao longo dessa jornada

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: NOMENCLATURA DO PERFIL EMPREGADO NO PROGRAMA "MINHA CASA MINHA VIDA" EM CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM/ES	17
FIGURA 2 PRIMEIRA OBRA DO PROGRAMA "MINHA CASA MINHA VIDA" EMPREGANDO ESTRUTURA METÁLICA NO BRASIL EM CACHOEIRA DO ITAPEMIRIM –ES.....	18
FIGURA 3: EMPREGO DE ESTRUTURA METÁLICA REDUZIU PRAZOS DE EXECUÇÃO DA OBRA E DESPESAS INDIRETAS RELACIONADAS AO CRONOGRAMA.....	22
FIGURA 4: BLOCOS DE HABITAÇÃO POPULAR COM CINCO PAVIMENTOS POR BLOCO.....	22
FIGURA 5 : DIMENSÕES DA CASA CONSTRUÍDA DO KIT BÁSICO GERDAU. ...	26
FIGURA 6: ALGUMA DAS OPÇÕES DE PLANTAS SUGERIDAS PELA EMPRESA GERDAU.....	27
FIGURA 7: CASAS POPULARES NA CIDADE DE ITAGUAÍ- RJ.	28
FIGURA 8: INTERIOR DAS CASAS POPULARES NA CIDADE DE ITAGUAÍ- RJ. .	29
FIGURA 9: OPÇÕES DE PLANTAS BAIXA DISPONIBILIZADAS PELA USIMINAS.	30
FIGURA 10: SOLUÇÃO PREDIAL DO KIT METÁLICO DA USIMINAS.	32
FIGURA 11: OPÇÕES DE PLANTAS FORNECIDAS PELO KIT METÁLICO DA USIMINAS.....	33
FIGURA 12: KIT METÁLICO COSIPA.....	35
FIGURA 13: PROJETO HABITACIONAL COSIPA CONCEBIDO COMO SISTEMA CONSTRUTIVO ABERTO.....	37
FIGURA 14: PROJETO HABITACIONAL COSIPA, OPÇÃO DE PLANTA SEM ESCADAS.....	38
FIGURA 15: PRIMEIRO PROJETO EMPREGADO PELO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA UTILIZANDO ESTRUTURA METÁLICA.....	43
FIGURA 16: FINALIZAÇÃO DA MONTAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA E FECHAMENTOS.....	44
FIGURA 17: MONTAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA.....	45
FIGURA 18: FINALIZAÇÃO DOS FECHAMENTOS.....	45

FIGURA 19: FINALIZAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DO CONJUNTO HABITACIONAL.	
.....	46
FIGURA 20: FINALIZAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DO CONJUNTO HABITACIONAL	
.....	46
FIGURA 21: EMPREENDIMENTO CONCLUÍDO.	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CONSUMOS EQUIVALENTES NOS DOIS SISTEMAS.....	40
TABELA 2: CONSUMO DE MATERIAIS EMPREGADOS NO KIT METÁLICO.....	41
TABELA3: CONSUMO DE MATERIAIS EMPREGADOS NO MODELO CONVENCIONAL.....	41

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar uma técnica construtiva usando estruturas metálicas e suas novas tecnologias para execução de habitações populares. Apresentar vantagens, desvantagens e tempo de execução deste sistema. Mostrar como esse método está ganhando aceitação no mercado da construção civil internacional e nacional. As estruturas metálicas demonstram uma realidade no mercado da engenharia civil, tornando uma opção aos construtores, sendo utilizada de modo amplo. Em se tratando de habitações populares tem-se uma estrutura que se realiza de modo mais rápido, fazendo com que o tempo seja otimizado e menos custoso para o poder público de um modo geral, que é quem custeia esse tipo de habitação. Dessa feita, as estruturas metálicas ganham relevo importante dentro da engenharia civil fazendo com que a pesquisa encontre a justificativa pra realizar-se, demonstrando sua real importância nesse contexto.

Palavras-chave: Estrutura metálica, habitação popular, engenharia civil.

ABSTRACT

The present study aims to present a constructive technique using metal structures and its new technologies for implementation of popular dwellings. Present advantages, disadvantages and runtime of this system. Show how this method is gaining acceptance in the market of international and national construction. The metal structures show a reality in civil engineering market, making an option to the builders, being used broadly. When it comes to popular housing has a structure that takes place faster, causing the time to be optimized and less costly for the public authorities in General, that is who pays for this type of housing. This done, the metal structures gain important relief in civil engineering so that the search finds the justification to be held, demonstrating its real importance in this context.

Keywords: metallic Structure, housing, civil engineering.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS	13
CAPÍTULO I- CARACTERÍSTICAS DAS HABITAÇÕES POPULARES EMPREGANDO ESTRUTURAS METÁLICAS	16
1.1 AÇO	16
1.2 PERFIS	16
CAPÍTULO II- OPORTUNIDADE E DESAFIO NO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO PARA HABITAÇÃO POPULAR EM AÇO	19
2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS	20
2.2 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA ESTRUTURA EM AÇO.....	21
2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA	24
2.4 KITS METÁLICOS	24
2.4.1 Casa Fácil	25
2.4.2 Usiteto	29
2.4.3. Casa Cosipa.....	33
CAPÍTULO III- COMPARATIVO DE CONSTRUÇÃO HABITACIONAL EM KITS METÁLICOS E HABITAÇÃO CONVENCIONAL	39
CAPÍTULO V- ANÁLISE DE CASO CONCRETO	43
5.1 RESIDENCIAL OTÍLIO RONCETTE, BAIRRO GILSON CARONE	43
5.2 EXECUÇÃO DA.....	43
5.3 VANTAGENS.....	44
5.4 CRONOGRAMA DA OBRA.....	44
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	49

INTRODUÇÃO

Hoje no Brasil, há milhares de famílias sem moradia, residindo em lugares sem o mínimo de infraestrutura. A maioria das habitações populares no Brasil é feita em concreto armado, e esse método não consegue cumprir com o cronograma de entrega das habitações, por isso a procura por um método inovador, que atenda a demanda brasileira.

O Brasil é o maior exportador de minério de ferro do mundo, por esse motivo, tem tudo para fazer do aço o seu maior aliado. Mas até pouco tempo atrás, esse minério era retirado aqui e exportado. Hoje há siderúrgicas que fazem os perfis aqui no Brasil que atende 100% da população e em ótima qualidade.

As privatizações das grandes siderúrgicas nacional fizeram com que produzissem mais quantidade e em melhor qualidade suas estruturas metálicas, investindo em perfis leves que possibilitam a execução de obras de pequenos portes, isso acarretou uma queda no preço do material e deixando viável o uso em obras residenciais.

A busca de inovações tecnológicas nos meios construtivos sempre foi um desafio para a humanidade. Diante disso, as obras de habitação populares estão cada vez mais defasadas nas escolhas dos seus métodos e materiais a serem utilizados.

A estrutura metálica vem sendo usada no mundo desde o início do século XIX, como um processo construtivo ágil, com uma precisão ótima e um bom retorno. Antes a estrutura metálica era restrito apenas a pontes. Logo após a Revolução Industrial, começaram a empregar estruturas metálicas para edificações de grande porte.¹

O Brasil, com grande parque siderúrgico, tem tudo para fazer do aço, o seu maior aliado no desenvolvimento do uso de estruturas metálicas, seja em habitações populares, ou em qualquer outro tipo. Apesar de ser o maior exportador de minério de ferro do mundo e de qualidade, trazia o aço estrutural do exterior. Hoje, existem grandes siderúrgicas que são capazes de produzir quantidade de aço estrutural para atender a demanda brasileira. Após as privatizações de grandes siderúrgicas

¹ ALVARENGA, Augusto *Estruturas construtivas da casa paulista*. Eduardo Munhoz de Lima Castro. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2005. 233p

nacionais, houve uma notória melhoria, passaram a desenvolver perfis de aço em melhor qualidade e em maior quantidade, investindo em perfis leves de fácil manuseio, e que facilita o seu uso em habitações populares.²

No encontro das alternativas, devemos levar em consideração os desperdícios de materiais energéticos (água\energia) nas execuções habitacionais, preservando o meio ambiente, mantendo o nível das habitações e tendo um aproveitamento melhor dos materiais empregados.

Não há estatística consistente no Brasil em relação ao uso de estrutura metálica, mas já é provado que o emprego desse método no exterior é muito eficiente. Uma vez conhecidas as possibilidades do aço na construção civil, a partir de 1851, foram aplicadas em residências as primeiras estruturas metálicas, buscando a produtividade, padronização, enfocando os processos de execução, os recursos humanos envolvidos e materiais empregados, visando transformar a tarefa de construir uma habitação em operações de montagens de componentes racionalizados.³

Segundo Paulo Andrade, o consumo de aço estrutural brasileiro, está em torno de 3 kg per capita ao ano, é pequeno quando comparamos com nações mais desenvolvidas, que consomem cerca de 30 kg per capita ao ano. Há uma série de razões para esses acontecimentos, um deles são a desinformação de construtores e técnicos sobre o uso do aço na construção civil.⁴ Conceito de uma construção com economia é ter o melhor método construtivo para o construtor, e é isso que a estrutura metálica pode fazer, agilizando o prazo de execução de modo surpreendente.

No geral, empregar a estrutura metálica é mais usual em construção de edifícios comerciais e industriais, principalmente quando precisa-se de grandes vãos. Em caso de habitações populares, se dão em perfis leves de aço.

No Brasil é pouco utilizado pelo fato da influencia do concreto. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), sempre divulgou seus produtos e técnicas explorando estruturas de concreto.

²SOARES, Paulo J. *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*. V. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2002.p. 307

³ ANDRADE, Péricles Barreto. *Curso básico de estruturas de aço*. Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1994.p.68.

⁴ ANDRADE, Paulo A. *Fatos curiosos na história das estruturas metálicas*. Construção Metálica. São Paulo, ano 8, n.º 34, p. 8,. Jul/Set 1998.

A utilização de estruturas metálicas em habitações populares, esta muito ligada á concepção do projeto arquitetônico do que o projeto estrutural. A proposta de aumentar a utilização de aço na construção civil chegou à habitação popular com kits estruturais, que é montado pelo proprietário em poucas horas e sem auxílio de ferramentas específicas, que economiza tempo e preza a padronização das edificações.

Desse modo, o trabalho em questão visa analisar o método mais ágil para a construção de habitação popular que seja mais eficaz para atender a demanda crescente do déficit habitacional do Brasil e que não tenha uma grande diferença final no preço da obra, se comparado com o mais utilizado no Brasil, o concreto armado.

Acompanhando a análise de desempenho das estruturas metálicas disponíveis no mercado, definir vantagens e desvantagens do sistema, visando á execução em habitações populares. Abordando os itens: Custo, tempo de execução, mão-de-obra necessária, qualidade e os benefícios que esse sistema oferece.

CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

Dentre as profissões que estão relacionadas à construção civil, o engenheiro Civil é a principal delas e atua diretamente na transformação do meio de forma muito intensa, logo, medidas ou alternativas devem ser estudadas e criadas para minimizar os impactos ambientais. Podemos citar o fato que, o setor da construção civil consome as mais diversas formas de materiais. Diante disso se faz necessário pensar em materiais que reduzam o impacto e custos e que permitem seu uso..⁵

Com escassez de moradias populares entregues no Brasil, é preciso buscar alternativas que torne os processos construtivos mais rápidos que o convencional (concreto armado).

Vê-se na estrutura metálica, grande aliada da construção civil. No processo de execução, a estrutura metálica é o primeiro sistema construtivo a ser armado, em seguida da execução das fundações, e o seu processo de produção motiva que todas as atividades sejam, preferencialmente, executadas em fábrica. Além disso, o processo de projeto da estrutura metálica desenvolve-se a partir do dimensionamento global da estrutura, determinando que todas as significações que têm interconexão com a estrutura metálica sejam definidas antes do início do dimensionamento, entre elas: todas as obrigações da logística de execução da obra; condições dos sistemas de serviços e instalações; requisitos de utilização ao longo de toda a vida útil do edifício; requisitos da solução arquitetônica; demarcação dos carregamentos e forma de distribuição dos mesmos (função dos fechamentos verticais, sobrecargas), entre outras.⁶

A estrutura metálica como é pré-fabricada, reduz o número de formas e escoramento que seria utilizado caso fosse empregado o concreto armado. Além de não parar a execução em períodos chuvosos, é um sistema industrializado, isso quer dizer que a economia de água e energia é considerável, além de gerar menos resíduos.⁷

⁵ AZEVEDO, Rone Antônio *Responsabilidade ambiental dos engenheiros e arquitetos*. Disponível em <http://www.loxxi.com.br/arquivos/downloads/rone-azevedo-artigo-revista-concreto-n56-asdez2009-9715318.pdf>. Acesso em 11 de out 2015.

⁶ SANTOS, Pedrovaldo Caram. *Arquitetura em aço, uma abordagem para elaboração de projetos*. Cad. Revista Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, n.4, p. 191-216, maio 2006.

⁷ SILVA, Geraldo Gomes. *Arquitetura de ferro no Brasil*. Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA). São Paulo, 1986.

O aço é 100% reciclável, além de serem menos agressivos ao meio ambiente, pois reduz o consumo de madeiras e a poluição sonora de serras de madeiras no canteiro de obra. Tem uma qualidade muito boa por ser industrializado, isso é, tem um rigoroso controle de qualidade, além de ser mais leve, fazendo com que a fundação tenha menor custo.

Estes foram os principais aspectos analisados pelas siderúrgicas para entrarem neste mercado, e estão produzindo kits para execução de habitação popular. Gerdau, Usiminas e a Cosipa já oferecem modelos de casas e pequenos edifícios em estruturas metálicas para o construtor. O custo desses kits por metro quadrado chega a ser de 80% de uma construção convencional, caso for usado um acabamento mais fino, pode ficar em torno de 90%. Os kits são acompanhados por um manual, na qual não precisa ter um técnico especializado para a montagem.

As habitações populares surgem como forma de atender uma parcela da população com menos renda, e pode ser definida da seguinte forma: a habitação popular não deve ser percebida simplesmente como um produto e sim como um processo, com uma dimensão física, mas igualmente como implicação de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos. Neste conceito, a habitação não se reduz somente à unidade habitacional, para desempenhar suas funções. Portanto, além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, é imprescindível que seja considerada de forma mais abrangente⁸

Para a população de baixa renda, essa é uma ótima opção para a construção da tão sonhada casa própria, que ficaria mais barata e não perderia a qualidade das estruturas convencionais. Ainda que no Brasil ainda não é vista com bons olhos, a população brasileira ainda desconfia dessa inovação, mas em outros continentes como Europa e América do Norte, essa inovação se espalha dia após dia. Ainda mais por possibilitar terem maiores vãos e melhor aproveitamento do espaço.

Na França 220 mil casas são feitas por ano, destas apenas 7% não são feitas sob medidas, os outros 93% são casas feitas sob medidas, escolhidas em catálogos, e essas casas são muito bem aceitas no mercado. No Brasil, como há

⁸ ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. *Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social*. São Paulo: FAUUSP, 2002. (Coletânea Habitare/FINEP, 1) 373p.

déficit de habitações populares gigantescos, esse método empregado na França resolveria uma boa parte desse problema brasileiro em habitações populares.

Já foi desenvolvido um projeto estrutural em estruturas metálicas no Brasil, para verificação de dúvidas se realmente era viável economicamente e mais rápido que a estrutura em concreto armado. Montaram um cronograma físico-financeiro para ver o que sobe e desce com cada etapa da obra. E foram comprovadas que o emprego de estruturas metálicas como método construtivo foi competitivo. Sendo uma excelente opção de moradia.

CAPÍTULO I- CARACTERÍSTICAS DAS HABITAÇÕES POPULARES EMPREGANDO ESTRUTURAS METÁLICAS

A utilização do aço na construção de casas populares vem sendo empregada com grande frequência devido às grandes propriedades do aço que combinadas com o a situação emergencial da construção das casas populares, têm trazido resultados significativos.⁹

1.1 AÇO

Os processos para corte do aço na construção civil pode ser feito de duas maneiras, térmicos e mecânicos:

- Os térmicos são através de laser, plasma, oxi-propano e oxi-acetileno.
- Os mecânicos são através de guilhotina ou tesoura.

Para corte de chapas de até 50 mm de espessura, não há a necessidade de pré-aquecimento, claro empregando o método térmico. Já o mecânico, é mais utilizado para corte de peças de até 12,5mm de espessura.¹⁰

1.2 PERFIS

São feitos através de laminação de blocos de aço. O bloco é colocado em fornos de reaquecimento, em seguida passa pelo laminador, adquirindo sua forma final através de uma sucessão de passes de cilindros conformadores. O laminador universal é capaz de produzir perfis estruturais de abas paralelas com um bom desempenho e qualidade passando em normas nacionais e internacionais.¹¹

Vantagens que o laminador oferece durante a produção:

⁹ QUEIROZ, Gilson, et al. *Elementos das estruturas de aço*. 2ª Ed. Belo Horizonte, junho/1988, p.28.

¹⁰ SIDERBRÁS. *Ligações em estruturas metálicas. Bibliografia técnica para o desenvolvimento da construção metálica*, volume II, Brasília, 1988.

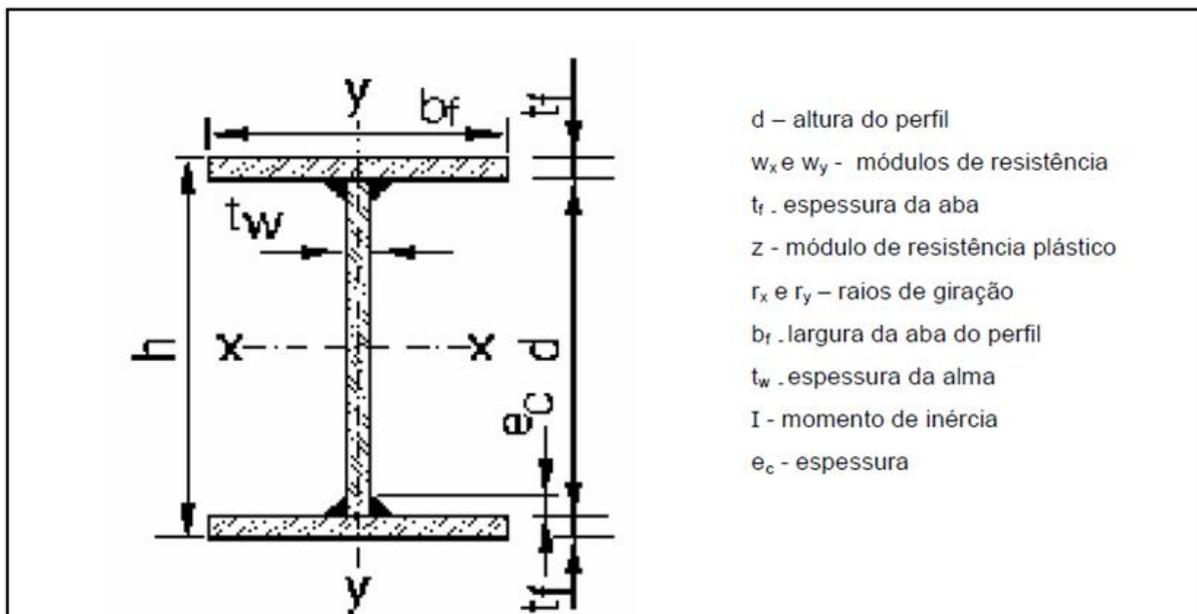
¹¹ ARAUJO, Ernani Carlos de. *Elementos de aço II*. Apostila do curso de mestrado em construção metálica. Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas. Ouro Preto, 2007.

- Melhor rendimento;
- Melhor acabamento superficial;
- Melhor atendimento as tolerâncias;
- Melhor flexibilidade na obtenção de espessuras de almas e abas;
- Maior produtividade;
- Menor ciclo de laminação.

Os perfis mais utilizados na habitação popular são o I e H com abas paralelas, que permite a melhor ligação e encaixe. Possuem grandes variedades de bitolas (6 á 24 polegadas), além de ser muito mais leve que os usuais. São disponibilizados de pronto entrega no comprimento padrão de 12 metros para todas as bitolas, e em 6 metros para bitolas de até 310 mm.¹²

Na figura 1 a seguir é possível observar quais são os nomes empregados para o uso de estrutura metálicas em um projeto do Governo Federal do município de Cachoeiro do Itapemirim, localizado no estado do Espírito Santo.¹³

Figura 1: Nomenclatura do perfil empregado no programa "Minha Casa Minha Vida" em Cachoeiro do Itapemirim/ES



Fonte: Tabela de Perfis Soldados . Série CVS

¹² PEREIRA, José A. *Calibração de perfilados*. Associação Brasileira de Metalurgia (ABM). Vitória/ES, 1999.

¹³ CAMPOS JUNIOR, Carlos Teixeira de. *A construção da Cidade: formas de produção imobiliária em vitória*. Vitória, Florecultura, 2002.

A seguir a figura 2 nos dá a ideia de como foram às construções em que se usaram as estruturas metálicas em construções de habitações populares. Ainda que na alvenaria é possível identificar as estruturas metálicas

Figura 2 Primeira obra do programa “Minha Casa Minha Vida” empregando estrutura metálica no Brasil em Cachoeira do Itapemirim –ES.



Fonte: Revista Construção metálica, edição 106.

Nota-se que a figura nos permite visualizar como é possível o uso de estruturas metálicas nesse tipo de construção, sem comprometer a qualidade, tampouco o conjunto arquitetônico, já que visualmente é bonito.

CAPÍTULO II- OPORTUNIDADE E DESAFIO NO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO PARA HABITAÇÃO POPULAR EM AÇO.

A indicação de um sistema construtivo em aço, para construção de casas populares se dá pela vasta lista de qualidades que o método construtivo nos oferece, que em conjunto com as características imprescindíveis de uma habitação popular, sendo eles de baixo custo e alta produtividade, ambos se complementam por um todo.¹⁴

O arquiteto Roberto Inaba do Departamento de Marketing e Vendas da Usiminas defende que as estruturas em aço devem ser levadas em conta como mais uma alternativa para elaborar todos os tipos de projetos.¹⁵

O desafio de se optar por esse método estrutural se dá pelo custo final da obra. Sabe-se que hoje comparada unicamente à estrutura metálica com a estrutura convencionalmente utilizada no Brasil, conhecida como concreto armado, a estrutura metálica sairá mais cara. Porém, De acordo com Carlos Johannpeter Gerdau, o custo do metro quadrado de uma casa com acabamento simples pode chegar a 125 reais; o de uma casa com forro de gesso, piso cerâmico em todas as dependências, azulejo na cozinha e banheiro e pintura látex fica um pouco mais caro, em torno de 250 reais. "O custo final vai depender do acabamento utilizado", afirma. O mesmo tem uma empresa de siderúrgica e criou kits de casas populares em estrutura metálica, criou também um manual de montagem para que se dispense o uso de mão de obra especializada, o que faz com que influencie no custo final de uma obra quando se comparam os dois métodos construtivos por inteiro.

Além do mais, as estruturas em aço hoje têm um grande potencial de reciclagem, uma vez que não existe aço perdido, caso o projeto for desfeito todo o aço da construção pode ser reaproveitado.¹⁶

¹⁴ SACHS, Celine. São Paulo: *Políticas Públicas e Habitação Popular*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

¹⁵ INABA, Roberto. *Estrutura Metálica no Mercado Brasileiro*. Revista Exame. Disponível em: Acessado em 15 de dez. 2015.

¹⁶ ANDRADE, Eliana Santos Junqueira de. *Política habitacional no Brasil (1964 a 2011): "do sonho da casa própria à minha casa, minha vida"*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2011

Sobre as vantagens de utilização do aço nesse tipo de construção habitacional, destacam-se: Agilidade na montagem, diminuição dos transtornos em torno da obra, resistência e durabilidade do material, precisão, reduz a geração de resíduos, a dispensa de escoramento, as realizações imediatas de varias lajes e o pequeno manuseio de materiais reduzem a área necessária do canteiro de obras, permitindo levar a construção em ambiente limpo, reduzindo ocorrências de entulhos e perdas de serviços com bota-foras de obras, evitando maiores transtornos nas vias urbanas.¹⁷

2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS

É possível fazer considerações gerais sobre as estruturas em aço independente do tipo de projeto escolhido, que podem orientar para definição de um sistema estrutural a ser empregado.

O mercado da estrutura metálica não é novidade no Brasil, é uma técnica antiga que surgiu depois da revolução industrial, onde se fez necessário um método construtivo rápido que atendesse a demanda crescente. O primeiro método foi o WoodFram, que tinha como elemento estrutural a madeira, ainda muito utilizado no mundo, posteriormente ele foi repensando usando o aço.¹⁸

Como todo material de utilização em construção, o aço estrutural é possuidor de características que trazem benefícios de toda ordem o que, certamente, proporciona vantagens em sua utilização. Muito embora não seja causador de malefícios quando utilizado em construções, é também necessário estabelecer algumas desvantagens com relação à sua utilização¹⁹

Dentre as vantagens, pode-se citar a alta resistência do material nos diversos estados de solitação, sendo elas tração e flexão, podendo assim suportar grandes esforços, são mais leves quando comparadas ao concreto armado, proporcionando assim fundações com o custo mais reduzido, possui uma precisão muito grande,

¹⁷ INABA, Roberto. *Estrutura Metálica no Mercado Brasileiro*. Revista Exame. Disponível em: Acessado em 15 de dez. 2015

¹⁸ MOLINA, Julio Cesar *Sistema construtivo em wood frame para casas*. Revista Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010

¹⁹ ANDRADE, Péricles Barreto. *Curso básico de estruturas de aço*. Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1994

uma vez que suas peças ao serem fabricadas em série possuem um sistema controle de qualidade quanto as padronizações das peças, possuem possibilidade de reaproveitamento das suas peças, substituição de seus perfis.²⁰

Dentre as desvantagens, pode haver limitação na fabricação devido ao transporte até o local para montagem final, uma vez que o custo desse transporte pode ser bastante oneroso, tratamento específico da peça contra oxidação, mão de obra e equipamentos especializados para fabricação e montagem.

2.2 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA ESTRUTURA EM AÇO

Para que sejam levantados os critérios para escolha da estrutura a ser usada, é necessário que seja feito um estudo de viabilidade econômica do projeto a ser executado. São inviáveis que sejam feitos um estudo apenas comparado os métodos estruturais uma vez que a grande parte da diferença de custos entre o sistema estrutural metálico e o convencional, concreto armado, se dá pelas despesas indiretas.

Um dos pontos mais importantes são as características do terreno, feito a sondagem e detectado que se trata de um terreno com resistência elevado é possível ser feito um prédio de habitação popular utilizando sapatas raras, reduzindo o custo na fase de fundação como fez a construtora Building em 2012, construindo o Super Life Castanhal um grande condomínio residencial popular localizado no município modelo de Castanhal, a 60 km de Belém, capital do Estado do Pará. Ao todo, serão mil unidades divididas em 50 blocos de cinco pavimentos, com 20 apartamentos por bloco de aproximadamente 42 m².²¹

Na figura 3 abaixo relacionada observa-se a mencionada obra *Super Life* executada na cidade de Belém, que é capital do estado do Pará.

Senão vejamos, a figura:

²⁰ ANDRADE, Péricles Barreto. *Curso básico de estruturas de aço*. Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1994

²¹ CICHINELLI, Gisele. *Super Life Castanhal. Habitação Popular com Aço Estrutural*. Infraestrutura Urbana, Projetos, custos e construção. São Paulo: Ano 2 nº 18, p. 30 – 37, set. 2012.

Figura 3: Emprego de estrutura metálica reduziu prazos de execução da obra e despesas indiretas relacionadas ao cronograma



Fonte: Imagens cedidas pelo site da empresa

A ficha técnica da construção se dá da seguinte forma: Obra: Super Life Castanhal Local: Castanhal, PA Início de projeto: 2011. Conclusão: em construção Arquitetura: Fabíola Rocha Neves Área total: 60.000m² Área construída: 45.000m² Engenheiro: Aquilles Macedo Estrutura metálica: Metalúrgica Magalhães, MA; Portico, MG. Construtora: Building Construtores

Figura 4: Blocos de habitação popular com cinco pavimentos por bloco.



Fonte: Imagens cedidas pelo site da empresa

Segundo o site Infra estrutura urbana (2012), esse conjunto de possibilidades permitiu redução de 15% do custo da fundação de cada prédio em comparação às

estruturas convencionais de concreto, número bastante expressivo tendo em conta o porte da obra.²²

Outra avaliação que deve ser levada em conta quando se trata de habitação popular é a liberdade no projeto, a tecnologia do aço permite aos arquitetos e engenheiros uma vasta liberdade para criar, permitindo propostas arrojadas.

Comparando as estruturas de pilares e vigas de concreto armado com as seções de vigas e pilares metálicos, às seções em estruturas metálicas são mais esbeltas, tendo assim uma maior área útil, fator muito importante nas habitações populares onde quase sempre tem espaços reduzidos.

A estrutura metálica é bastante indicada em casos onde há necessidade de futuras ampliações, reformas e adaptações, É mais prática também na passagem de tubulação para eletricidade, água e esgoto.²³

A redução do tempo da obra feita em estruturas metálicas é alcançada pelo somatório de fatores, como fabricação da estrutura em paralelo com a execução das obras de fundações, simplificação de escoramento, dispensa de formas, tempo de secagem e possibilidade de abertura de maior número de frentes de serviços, com consequente redução do tempo de fechamento da obra e maior retorno de custo/benefício.²⁴

A estrutura metálica reduz o uso de madeira na obra, fazendo com que seja um método menos agressivo ao meio ambiente. Podemos citar também a poluição sonora gerada, sem contar que como já foi citado o aço é 100% reciclável. Dentre os critérios de escolhas, a precisão construtiva do aço é muito mais elevada do que a do método convencional que é medida em centímetros. A unidade empregada em uma estrutura metálica é milímetros, facilitando outras atividades como assentamento de esquadrias, diminuição no emboço, compensada no outro método para atingir o prumo da construção. Esse método é compatível com qualquer tipo de material de fechamento, admitindo desde tijolos e blocos até componentes pré-fabricados como lajes e painéis.²⁵

²² INFRAESTRUTURA URBANA- Disponível em <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/>. Acesso em 13 out 2015.

²³ PUGLIESE, Márcio; LAUAND, Carlos. *Estruturas metálicas*. Curitiba: Hemus 2005. p.168

²⁴ Idem, p.

²⁵ CICHINELLI, Gisele. Super Life Castanhal. *Habitação Popular com Aço Estrutural*. Infraestrutura Urbana, Projetos, custos e construção. São Paulo: Ano 2 nº 18, p. 30 – 37, set. 2012.

2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA

Baseado em relatos de construtoras, para se alcançar um resultado preciso dessa avaliação devem ser somados ao custo inicial da habitação, fatores tais como economia no custo do capital e retorno antecipado, em função da maior velocidade da execução da obra, trazendo um ganho antecipado do imóvel pela rapidez do retorno do capital investido e entrega ágil para solucionar problemas emergências, como caso das habitações populares, garantia na qualidade de entrega do produto e também flexibilidade no planejamento e execução da obra.

Para Sales a medida de economia de uma estrutura de aço é expressa pela quantidade de aço consumido na estrutura em kg/m² de área de piso ou por m³ de volume de construção, isso dependerá de fatores como o número de andares, cargas impostas, os espaçamentos de pilares nas duas direções, o tipo de estrutura de piso, a altura total dos pisos, o método de enrijecimento ou contra ventamento da estrutura e a qualidade do aço escolhido. A otimização do custo se deve também aos elementos de fechamentos escolhidos.²⁶

2.4 KITS METÁLICOS

Para construções de casas populares o kit metálico oferece ao construtor uma maior segurança e uma redução de falhas, isso dá pelo fato do método unir um engradamento metálico de telhado, colunas e vigas metálicas, tudo sob medida, com a localização exata de toda a alvenaria e esquadrias.²⁷

Essa opção começou a ser usada em 1997, em projetos de habitação popular, garantindo rapidez, rígida uniformidade e baixo custo.

Segundo Sayegh, siderúrgicas nacionais já oferecem modelos de casas e pequenos edifícios com estrutura metálica para população de baixa renda. A construção voltada para a habitação de interesse social obedece a critérios e exigências diferentes dos projetos imobiliários convencionais. Baixo custo e alta

²⁶ SALES, Urânia Costa. *Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, abril 2001.

²⁷ SAYEGH, Simone, Revista *Téchne- Moradia Popular em Kit Metálico*. Setembro de 2001, nº54.

produtividade são características indispensáveis para viabilizar um projeto. Muitos modelos e sistemas construtivos surgiram na busca pela solução ideal.²⁸

Dentre as que podem ser citadas, a Gerdau, Usiminas e Copisa criaram sistemas que economizam e agilizam a montagem dessas casas.

2.4.1 Casa Fácil

A casa Fácil é formada por um kit produzido com perfis e barras de aço Gerdau-COR – resistentes à corrosão atmosférica – formados por gabarito, pilares, vigas e estrutura de telhado para uma residência de 24 m², 36 m² ou 48 m². A construção fica pronta em até 21 dias – com telhado, paredes e acabamentos -, uma economia de tempo de 35% em comparação com os 32 dias gastos no sistema convencional. O produto está voltado principalmente para atender à população com renda de até cinco salários mínimos, que representa 90% do déficit habitacional de 6,6 milhões de moradias, segundo o Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão.²⁹

Esse novo método está dentro dos padrões para o financiamento da Caixa Econômica Federal. Este sistema foi desenvolvido para facilitar a vida de quem o adquirir, são peças de aço laminado que são parafusadas, formando a base para construção de uma casa de 48m², totalizando um peso de 850kg, segundo Gerdau.

“ O custo final vai depender do acabamento utilizado” diz Carlos Johannpeter Gerdau. Esse custo fica em torno de 125 por metro quadrado para uma casa de acabamento simples, já uma casa com forro de gesso, piso cerâmico em todas as dependências, azulejo na cozinha e banheiro e pintura látex fica em torno de 250 reais.

As dimensões da casa construída, utilizando o kit básico pode ser verificada na figura que segue, onde estão relacionadas todas as dimensões da casa, em que se utiliza do kit.

²⁸ SAYEGH, Simone, Revista Técnica- *Moradia Popular em Kit Metálico*. Setembro de 2001, nº54.

²⁹ SILVA, Daniel Marques, *Estruturas Metálicas e habitações populares*. Disponível em <http://engenharia.anhembri.br/tcc-03/civil-22.pdf>. Acesso em 20 dez 2015.

vergalhões. Os espaços deixados entre os pilares metálicos e as alvenarias podem ser preenchidos com argamassa, contida por fôrmas laterais de madeira.³¹

Esse manual foi criado para que seja dispensada a mão de obra especializada, fazendo com que o custo final da obra seja menos oneroso.

A empresa criou 10 opções de plantas com 48 metros quadrados cada, que pode ser dividido conforme a necessidade de cada um. É possível também obter uma ampliação do projeto adequando-a conforme a realidade econômica do seu usuário, a própria empresa apresenta 20 opções.

Figura 6: Alguma das opções de plantas sugeridas pela empresa Gerdau



Fonte: Gerdau

Após a montagem do Kit, que gira em torno de 2 horas, já pode ser executada a cobertura com telhas de barro. Assim, já no segundo dia de obra é possível começar a erguer as paredes. Por ser uma estrutura sem pilares centrais, o sistema Casa Fácil Gerdau permite que sejam feitas inúmeras distribuições internas, dando liberdade na definição ou escolha da planta da casa. Os próprios pilares e travas do gabarito servem de guia para o levantamento das paredes externas, facilitando seu alinhamento.³²

³¹ GERDAU- *Kit Básico Gerdau*. Disponível em <https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/construcao-civil>. Acesso em 15 set. 2015.

³² Idem. Acesso em 15 set 2015.

Na cidade de Itaguaí, no Estado do Rio de Janeiro, a Gerdau firmou acordo com a construtora T&M para a implantação de um conjunto habitacional com 100 casas. Hoje 75 famílias já estão morando no local.³³

Anteriormente, essas famílias moravam em uma área de risco. A prefeitura da cidade planejou a remoção para um terreno com área de mais de 20 mil m². Depois de uma concorrência, a T&M iniciou as obras utilizando o sistema desenvolvido pela Gerdau.

A Prefeitura, por sua vez, ficou responsável pelas obras de terraplanagem, arruamento e de infraestrutura. O tempo de execução é rápido. A estrutura metálica é montada em cerca de duas horas. O custo por metro quadrado é de R\$ 250,00.

A casa, que tem o mesmo acabamento de um sistema convencional, pode ser considerada semi industrializada. A Construção de 40m² contemplou forro de gesso, piso cerâmico em todas as dependências, azulejo na cozinha e banheiro e pintura látex nos demais cômodo.³⁴

Figura 7: Casas Populares na cidade de Itaguaí- RJ.



Fonte: MATTOS, Carlos Di, Dircelene Viotto

³³ MATTOS, Carlos Di, Dircelene Viotto. *Aço: Soluções para habitações populares*. Disponível em <http://www.metalica.com.br/anunciantes/aco-soluc-o-para-habitac-es-populares/pagina-2>. Acesso em 20 nov 2015.

³⁴ Idem. Acesso em 20 nov. 2015.

Na outra figura, também trazida pelos autores supramencionados, é possível identificar o interior das casas, construídas na cidade de Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro.

Figura 8: : Interior das Casas Populares na cidade de Itaguaí- RJ.



Fonte: MATTOS, Carlos Di, Dircelene Viotto

Nota-se que as estruturas não alteram o designer interno da residência, fazendo com que o uso dos kits sejam viáveis.

2.4.2 Usiteto

A Usiminas encontrou uma solução rápida e econômica de construção executada em perfis de aço resistentes à corrosão atmosférica. Uma das maiores siderúrgica do país vem comercializando o Usiteto sistema que contempla uma construção de edifícios residências com até cinco pavimentos e casas de até 45m².

“É importante ficar claro que a empresa não vende os produtos prontos. A construtora compra nosso aço e monta as habitações”³⁵

Em se tratando de uso residencial, o preço levantado no mercado para uma casa acabada de 36 m² é de R\$ 8.500,00 mil reais e o preço isolado do kit metálico da casa térrea é de 1.450,00. Acompanha manual de montagem e, em caso de danos, as peças podem ser repostas. As ligações são parafusadas, dispensando mão de obra especializada, podendo assim o proprietário efetuar a montagem. A montagem de uma casa de 36 m² segue processo semelhante ao da casa da Gerdau.³⁶

Figura 9: : Opções de Plantas baixa disponibilizadas pela Usiminas.



Fonte: Usiminas

A fundação, estrutura principal e de cobertura metálicas, paredes, telhado e acabamentos, de acordo com a escolha do proprietário. A diferença é que o sistema Usiteto permite a montagem da casa em módulos: o primeiro módulo possui quarto, cozinha e banheiro. A primeira expansão acrescenta uma sala, e a segunda, outro quarto.

³⁵ FIGUEIREDO, Marcelo Santos Mendonça, *Desenvolvimento da Usiminas*. Disponível em Usiminas: <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em 20 out. 2015

³⁶ Idem, acesso em 20 out 2015.

O kit metálico de uma casa de 36m², desenvolvido pela empresa Usiminas, possui 540kg de aço, em chapas dobradas a fio de 2mm de espessura.

No momento em que se usa o USITETO de forma predial, o preço por apartamento pode chegar a R\$12.000,00 por apartamento com área total de 46,69m², incluindo até três dormitórios, banheiro, cozinha e área de serviço. É um prédio de quatro pavimentos com dezesseis unidades por edificação. O aço fornecido pela empresa é o USI-SAC ou COS-AR-COR, sendo este protegido contra corrosão atmosférica.

A empresa apresenta duas soluções para execução dos edifícios. A primeira solução pode levar em média 116 dias para ser finalizada, ela conta com vãos maiores e uma taxa de peso mais elevada, devido às lajes serem maiores que a segunda opção. Esta solução é conhecida como Solução semi-industrializada.³⁷

O cronograma de execução da obra se dá por 16 dias na execução da fundação, 17 dias na execução da estrutura e 90 dias nos acabamentos e instalações, totalizando 116 dias para finalização do bloco popular com dezesseis apartamentos.³⁸

A segunda opção é conhecida como solução industrial, tendo como diferencial a taxa de peso menor, resultando um prazo de execução menor. O cronograma de execução da solução industrial é de 16 dias na fundação, 17 dias na estrutura e 74 dias nos acabamentos e instalações, totalizando assim 100 dias para finalização os dezesseis apartamentos do bloco. Foi implantada em Divinópolis Minas Gerais, através do programa Minha casa minha vida, blocos de habitação popular fornecido pela Usiminas.³⁹

Cada apartamento tem cerca de 40m² de área útil, divididos em dois dormitórios, sala, cozinha, banheiro e área de serviço. Dentro do conceito "Sistema Construtivo Aberto", a versatilidade do projeto permite:

- Adoção de diferentes materiais de acabamento e complementos, tanto convencionais como industrializados;

³⁷ FIGUEIREDO, Marcelo Santos Mendonça, *Desenvolvimento da Usiminas*. Disponível em Usiminas: <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em 20 out. 2015

³⁸ USINA SIDERÚRGICA DE MINAS GERAIS- USIMINAS- Disponível em Usiminas: <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em 20 out. 2015

³⁹ Idem. Acesso em 20 out. 2015.

- Adequação às características e peculiaridades de cada região onde for implantado;
- Estrutura com perfis dobrados a frio;
- Configuração final dos edifícios com quatro, cinco ou sete pavimentos, com quatro apartamentos por andar.⁴⁰

Nos dizeres de Eliane Queiroz, analisando o projeto piloto na USIMINAS, na construção de casas populares utilizando estruturas metálicas, observa-se:

Além de todos esses benefícios, a fabricação industrializada da estrutura fora do canteiro de obras reduz o tempo de construção e aumenta a precisão dimensional dos elementos estruturais. O resultado é uma obra economicamente competitiva, de qualidade superior, com canteiros limpos e organizados, e com maior velocidade na execução.⁴¹

Nota-se que a autoras expressa outros benefícios além dos já demonstrados quanto ao uso de estruturas metálicas nesse tipo de construção. A figura 10 que se segue mostra um prédio construindo utilizando o kit metálico da USIMINAS.

Figura 10: : Solução Predial do Kit Metálico da Usiminas.



Fonte: Eliane Queiroz

⁴⁰ QUEIROZ, Gilson, et al. *Elementos das estruturas mistas aço-concreto*. O Lutador: Belo Horizonte, novembro/2001.

⁴¹ QUEIROZ, Elaine *USIMINAS projeto piloto - apto minha casa minha vida – Divinópolis/MG*
Disponível em <http://www.interessepublicoelaine1sem2011.blogspot.com.br/2011/03/usiminas-projeto-piloto-aptos-minha-casa.html>. Acesso em 26 out 2015.

Já a figura 11, demonstra algumas opções de plantas fornecidas para a utilização do kit metálico da USIMINAS.

Figura 11: Opções de Plantas fornecidas pelo Kit Metálico da Usiminas



Fonte Eliane Queiroz

O kit apresentado pela empresa USIMINAS, representa um produto de viabilidade usual dentro da engenharia civil, sobretudo, no que se refere à construção de casas populares.

2.4.3. Casa Cosipa

A casa Cosipa é um projeto para construção de habitação popular que foi apresentado pela Companhia Siderúrgica Paulista, Cosipa. O mesmo foi desenvolvido pelo Núcleo do aço na construção tem como objetivo apresentar

soluções de construções em aço em um projeto popular e com custos compatíveis aos similares do sistema construtivo tradicional.⁴²

No que se refere ao uso residencial, a proposta apresentada pela empresa é de uma casa que pode ser construída entre seis e dez dias, enquanto uma casa adotando o método convencional pode chegar a 40 dias.⁴³

O cronograma de execução segundo o catálogo Cosipa contempla, 2 dias gastos nas fundações, 1 dia gasto nas estruturas/engradamento e telhas, 3 dias na alvenaria e 4 dias no acabamento, totalizando 10 dias. A casa possui uma área de 36m² com dois dormitórios, sala, cozinha e banheiro, custando em média R\$13.500,00 com acabamento em piso cerâmico e azulejo.⁴⁴

O projeto foi pensado para possibilitar versatilidade, podendo ser adaptado conforme o gosto do proprietário, podendo ter padrões mais simples até os mais sofisticados. Dentre as características que o sistema apresenta podem ser citados, ampliação da planta, acrescentando mais dois cômodos, montagem da estrutura em apenas 3 horas, padronização da estrutura metálica, facilitando assim a montagem, limpeza na obra reduzindo a quantidade de entulho, alvenaria apenas de vedação, flexibilidade de layout.

Trata-se de uma excelente opção, principalmente para as administrações públicas que precisam de agilidade na construção, por conta do déficit habitacional que temos em todo o país. Além de rápida, a casa pode ser construída por poucos homens e com o mínimo de ferramentas.⁴⁵

Semelhante também ao sistema Gerdal e Usiminas a montagem da Casa Cosipa é feita através de pilares parafusados nos insertos metálicos chumbados no radier, posteriormente é parafusado as vigas repetindo os processos citados anteriormente nos demais sistemas (Gerdal e Usiminas). A estrutura metálica, feita com aço COS AR COR 400E foi escolhida por apresenta maior resistência à corrosão atmosférica e é embutida nas paredes. O kit é composto por apenas quatro

⁴² SAYEGH, Simone, Revista Técnica- *Moradia Popular em Kit Metálico*. Setembro de 2001, nº54

⁴³ COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA – COSIPA- (São Paulo, SP). Projeto habitacional – Catálogo, São Paulo, 2003

⁴⁴ Idem

⁴⁵ INABA, Roberto. *Estrutura Metálica no Mercado Brasileiro*. Revista Exame. Disponível em: Acessado em 15 de dez. 2015

tipos diferentes de perfis, o maior pesando apenas 23 kg, e todas as ligações são parafusadas.⁴⁶

Figura 12: Kit Metálico COSIPA



Fonte: Catálogo Cosipa – Projeto Habitacional Casa Cosipa.

Lícia Maria de Campos, do Núcleo do Aço da Cosipa, relata o sucesso desta alternativa: "A construção em aço apresenta-se como um sistema altamente competitivo, com relação aos tradicionais métodos de construção, principalmente quanto à racionalização de materiais e de mão-de-obra. Alia-se a isso o menor prazo de execução, flexibilidade e reciclagem de material, além de apresentar um alto grau de qualidade. Estes fatores são extremamente representativos num país como o Brasil, onde o déficit habitacional é elevado, e todas as alternativas de construção devem ser consideradas sempre que ocorrer qualquer iniciativa de investimento no setor, principalmente, em construções habitacionais de interesse social", fala a arquiteta.⁴⁷

⁴⁶ COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA – COSIPA- (São Paulo, SP). Projeto habitacional – Catálogo, São Paulo, 2003

⁴⁷ CAMPOS, Lícia Maria Revista Construção Técnica – edição especial, Setembro 2001 nº513 Vol. 57.

Segundo Viotto e Mattos, a COSIPA também dispõe de outro projeto habitacional econômico para o setor predial. Uma das sugestões é um prédio de quatro pavimentos (térreo+três), sem elevador, com quatro apartamentos por andar. Cada apartamento é composto de dois dormitórios, cozinha, banheiro, lavatório, sala e área de serviço, com 40,39 m² de área útil e 46,90 m² de área total. Os edifícios possuem 827m² com estruturas de escadas em aço.⁴⁸

A concepção do projeto foi feita com versatilidade, permitindo que o proprietário possa adequá-la conforme sua necessidade. São admitidos diversos tipos de materiais de acabamentos e complementos, podendo ser adequado a cada região que for implantada.

Foram desenvolvidos dois sistemas para construção desses blocos de habitação popular o semi-industrializado e o industrializado. Dentre as opções fornecidas o semi-industrializado é composto por fechamento e divisórias em blocos e lajes maciças de concreto. Suas etapas podem ser subdivididas da seguinte maneira:

As fundações variam de acordo com o terreno. O levantamento de custos sugere como parâmetro um modelo executado com estacas pré-moldadas, blocos e baldrames em concreto armado. Totalizando o tempo estimado de execução de 120 dias.⁴⁹

As Estruturas como pilares e vigas, são em perfis de chapas dobradas seções do tipo caixão. O contraventamento é em perfis tubulares. A estrutura utiliza o aço COS CIVIL 300 ou a aço COS AR COR 400E.⁵⁰

As escadas são estruturadas em aço, com acabamentos em pintura. Os degraus e patamares são preenchidos com concreto. Já as lajes são em concreto moldado in loco, com fôrmas metálicas reaproveitáveis. As paredes internas e externas são feitas de blocos de concreto. As telhas são de aço apoiadas sobre perfis de aço.⁵¹

Já o modelo industrializado o fechamento a forma de fechamento é diferente fazendo com que o tempo de execução diminua 20 dias.

⁴⁸ MATTOS, Carlos Di, Dircelene Viotto. *Aço: Soluções para habitações populares*. Disponível em <http://www.metalica.com.br/anunciantes/aco-soluc-o-para-habitac-es-populares/pagina-2>. Acesso em 20 nov 2015

⁴⁹ HUALLEM, Alfredo. Perfis estruturais laminados: solução nacional para o mercado da construção metálica. Revista Construção Metálica p. 24-32 – nov/dez 2001.

⁵⁰ COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA- COSIPA, (São Paulo, SP). *Vantagens do uso do aço na construção civil* – Catálogo, São Paulo, 2003

⁵¹ Idem.

Contata-se na figura 13 que se segue, o projeto habitacional realizado pela empresa COSIPA, sendo esse realizado na forma de sistema construtivo aberto, a imagem demonstra tal de forma clara e precisa.

Figura 13: : Projeto habitacional COSIPA concebido como sistema construtivo aberto



Fonte: Portal Metálica Construção Civil Aço para habitações populares.

As estruturas são de perfis soldados, vencendo vãos maiores e suas lajes são de steel deck. O fechamento externo do edifício é feito por painéis pré-moldado e concreto e os fechamentos internos são feitos com gesso acartonado. Totalizando o tempo de execução em 100 dias.⁵²

Existe, também a possibilidade do uso de construções, utilizando estrutura metálica, sem que haja escadas no projeto, como se identifica na figura 14, abaixo relacionada.

⁵² COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA- COSIPA, (São Paulo, SP). *Vantagens do uso do aço na construção civil* – Catálogo, São Paulo, 2003

Figura 14: Projeto habitacional Cosipa, opção de planta sem escadas.



Fonte: Portal Metálica Construção Civil Aço para habitações populares, pág. 2.

Existem projetos e construções que necessitam do não uso de escadas, sem por questões de acessibilidade ou outras. Logo, o engenheiro civil, mesmo usando estruturas metálicas deve pensar em todas as formas necessárias para o cliente.

CAPÍTULO III- COMPARATIVO DE CONSTRUÇÃO HABITACIONAL EM KITS METÁLICOS E HABITAÇÃO CONVENCIONAL

Em todos os três kits metálicos citados nesse trabalho o comparativo de custos entre a estrutura metálica e o sistema convencional, no Brasil dado como estrutura em concreto armado, os sistema convencional é mais barato. Essa variação de custo, dentre os três sistemas criados pelas empresas (Gerdau, Usiminas e Cosipa), variara entre 5% a 20% na diferença de preço quando comparado com o convencional.

A Revista Construção Mercado realizou um comparativo entre os dois métodos. Para realização do trabalho foram orçadas duas plantas de casa populares idênticas de 40m², em kit metálico e a outra em concreto armado.⁵³

O arquiteto Mário Barreiros e uma empresa de consultoria em engenharia que acompanharam o estudo. Foi feito com base no mesmo terreno que fica localizado em Osasco em São Paulo, no ano de 2001.

A casa em Kit metálica necessitou de 28 dias para ser construída. Segundo Barreiros, após a execução do radier a estrutura foi montada em pouco mais de duas horas.⁵⁴

A casa feita em estrutura convencional necessitou de dois meses para que fosse finalizada, essa demora se deu pela demora da cura do concreto.

Uma parceria entre o arquiteto, a Flektor Engenharia e a Aga Engenharia possibilitou o detalhamento dos projetos e a construção comparativa. Barreiros, conta que, apesar de saberem desde o início que a casa convencional seria mais barata, o que pretendiam era demonstrar a rapidez de execução da casa metálica. “De antemão sabíamos que a unidade convencional seria um pouco mais barata. Porém, também sabíamos que a unidade executada com o kit de estrutura metálica seria realizada mais rapidamente. Essa era a nossa proposta”, conta. Na época, a diferença de preços era de 5%. No entanto, o aumento do preço do aço nos últimos anos afetou a competitividade da construção metálica. “Mas ainda é uma alternativa a ser considerada, uma vez que é construída na metade do tempo da casa convencional”,⁵⁵

⁵³ CARVALHO, Kelly. *Reação em cadeia*. Revista de Tecnologia da Construção Técnica (PINI), Dezembro 2002 nº69 Ano11

⁵⁴ DIAS, Luiz Andrade de Mattos. *A arquitetura se rende ao aço*. Finestra/Brasil. São Paulo, ano 7, n.º 29, p. 60-63., Abr/Jun 2012.

⁵⁵ MUSETTI, Paulo Villares *Sedimentação à Metalúrgica e materiais*, Revista Construção Técnica – edição especial, Setembro 2001 nº513 Vol. 57

A fabricação em grande escala dos kits metálicos possibilitaria a redução do preço atual e o aumento da competitividade.⁵⁶

A tabela abaixo colacionada demonstra como se dá o consumo equivalente nos dois sistemas demonstrados.

Tabela 1: Consumos equivalentes nos dois sistemas

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Total
Fundação: Radier	m ²	40	R\$ 15,00	R\$ 600,00
Alvenaria	m ²	92	R\$ 8,92	R\$ 820,64
Piso Cerâmico	m ²	1,8	R\$ 5,7	R\$ 10,26
Telhado	m ²	50	R\$ 12,60	R\$ 630,00
Revestimento- Azulejo	m ²	7,65	R\$ 11,20	R\$ 85,68
Instalações hidráulicas	Vb	-	-	R\$ 557,00
Instalações elétricas	Vb	-	-	R\$ 630,00
Caixilhos	Vb	-	-	R\$ 929,00
Pintura	Vb	-	-	R\$ 170,00
Forro dos banheiros	m ²	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00
Total				R\$ 4.532,58
Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38(Estudo realizado em Julho de 2001).				
Total				R\$10.152,98
Valor corrigido de acordo com a variação do CUB de Minas Gerais, entre 2001 à 2015				

Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38(Estudo realizado em Julho de 2001).

⁵⁶ MELHADO, Silvio. B. *A qualidade na construção de edifícios e o tratamento das interfaces entre os sistemas de gestão dos diversos agentes*. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 8., Salvador, 2014.

Tabela 2: Consumo de materiais empregados no Kit Metálico

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Total
Estrutura metálica (Kit)	und	1	R\$ 2760,00	R\$ 2760,00
Cimento	sc	5	R\$ 12,00	R\$ 60,00
Areia	M ³	3	R\$ 27,00	R\$ 81,00
Argamassa para assentamento	sc	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Materiais diversos	Vb	1	R\$ 400,00	R\$ 40,00
Mão de obra (por empreitada)	-	-	-	R\$ 2.400,00
Total				R\$ 5.751,00
Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38 (Estudo realizado em Julho de 2001).				
Total				R\$ 12.882,24
Valor corrigido de acordo com a variação do CUB de Minas Gerais, entre 2001 à 2015				

Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38 (Estudo realizado em Julho de 2001).

Tabela 3: Consumo de materiais empregados no Modelo Convencional

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Total
Cimento	SC	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00
Areia	m ³	3	R\$ 27,00	R\$ 81,00
Concreto, pilares e vigas	m ³	1,8	R\$ 117,00	R\$ 210,60
Aço 10mm	m ³	270	R\$ 1,00	R\$ 270,00
Argamassa para assentamento	Sc	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
Materiais diversos	Vb	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Desperdício de materiais	Vb	-		R\$ 400,00
Mão de obra (por empreitada)	-	-	-	R\$ 3.600,00
Total				R\$ 5.181,00
Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38 (Estudo realizado em Julho de 2001).				

Total	11.605,45
Valor corrigido de acordo com a variação do CUB de Minas Gerais, entre 2001 à 2015	

Fonte: Construção Mercado. Setembro de 2014. Ed 38 (Estudo realizado em Julho de 2001).

Finalizado o orçamento do comparativo entre os dois sistemas, o método utilizando o kit metálico resultou no valor de R\$ 10.283,58 e o método convencional, com concreto armado resultou no valor de R\$ 9.714,18. Esse orçamento foi feito em 2001.

CAPÍTULO V- ANÁLISE DE CASO CONCRETO

5.1 RESIDENCIAL OTÍLIO RONCETTE, BAIRRO GILSON CARONE

O residencial Otílio foi o primeiro programa de habitação popular do governo do Brasil, feito pelo projeto Minha Casa Minha Vida, onde foi substituído o concreto armado pela estrutura metálica.

5.2 EXECUÇÃO DA OBRA

Cachoeiro do Itapemirim, no estado do Espírito Santo foi contemplada com o primeiro empreendimento Minha Casa Minha Vida empregando a estrutura metálica. Foram feitos 496 apartamento em 31 blocos com 16 apartamentos por bloco, com área de 50m² por apartamento para famílias com renda entre 0 á 3 salários mínimos.

Foram gastos 620 toneladas em estruturas metálicas, essas as mesmas fornecidas pela empresa Usiminas. A Usiminas está investindo neste mercado inovador brasileiro. Ela já disponibilizou estruturas metálicas para mais de 1.600 (mil e seiscentas) habitações populares no sudeste e no Pará. A Usiminas desde 1999 desenvolve soluções construtivas para habitações populares, com o foco em novas tecnologias.

Figura 15: : Primeiro projeto empregado pelo programa Minha Casa Minha Vida utilizando estrutura metálica



Fonte: Pórtico (2012)

5.3 VANTAGENS

Foram diversas vantagens do uso de estruturas metálicas nesse empreendimento como:

- Velocidade de Execução;
- Viabilidade Econômica (foi feita o estudo, e a estrutura metálica reduziu 20% do preço final da obra);
- Redução de erros;
- Menor número de resíduos e mão de obra no canteiro.⁵⁷

Figura 16: Finalização da montagem da estrutura metálica e fechamentos.



Fonte: (Pórtico 2012).

5.4 CRONOGRAMA DA OBRA

A montagem da estrutura ocorreu em apenas 03 meses. Começou no dia 2 de julho de 2012 e acabou a montagem no dia 5 de outubro do mesmo ano. Não ocorreu atraso nenhum durante a montagem da estrutura. O cronograma foi

⁵⁷ SIQUEIRA, Maria da Penha Smarzar. *A questão regional e a dinâmica econômica do Espírito Santo - 1950/2010*. Vitória: Revista de história e estudos culturais. Outubro/Novembro/Dezembro de 2009. Vol. 6 Ano VI nº 4.

concluído sem atrasos. A empresa de Belo Horizonte Pórtico Construções Metálicas que foi contratada para a execução do serviço.

As figuras que seguem permitem a visualização das etapas do projeto,.

Figura 17: Montagem da estrutura metálica.



Fonte: (Pórtico 2012).

Como visto a figura 17 demonstra a montagem da estrutura metálica para a execução do projeto. Já a figura 18, será possível observar a finalização e fechamentos dessas estruturas.

Figura 18: Finalização dos fechamentos.



Fonte: (Pórtico 2012).

Logo a seguir, tem-se o fechamento da pavimentação do conjunto habitacional em cimento.

Figura 19: Finalização da pavimentação do conjunto habitacional.



Fonte: (Pórtico 2012)

Na figura 19 a pavimentação não se encontra concluída. A conclusão está demonstrada na figura 20.

Figura 20: Finalização da pavimentação do conjunto habitacional



Fonte: (Pórtico 2012).

Por fim tem-se a figura que demonstra o empreendimento concluído.

Figura 21: Empreendimento concluído.



Fonte: (Pórtico 2012).

O uso de estruturas metálicas em construções populares tem sua viabilidade confirmada, apresentando vantagens em diversos aspectos quando comparada com as construções convencionais, principalmente no que diz respeito ao tempo consumido.

CONCLUSÃO

Levando em consideração os vários métodos de execução de habitações populares, a estrutura metálica vem se instalando no Brasil de forma lenta e somente quando se faz realmente necessária. Porém em um país aonde o déficit de moradia existe e o meio em que vivemos tem sido extremamente agredido, a estrutura metálica se apresenta para contornar esses problemas alarmantes dos dias de hoje.

No primeiro momento pode ser questionada a escolha do aço para construção de habitação popular, uma vez que seu valor é superior ao método convencional, considerado hoje o mais barato, porém deve-se avaliar a minimização de desperdício de matérias assim como a opção do aço hoje ser 100% reciclável, o que nos dias de hoje é um fator que pode ser altamente considerável.

Ao analisar os kits metálicos das maiores siderúrgicas do país, foi constatada uma grande semelhança entre elas, onde se diferenciam apenas nas propostas oferecidas ao comprador. Nesse estudo foram levantadas várias análises que nos fez ver o quanto o aço tem uma melhor trabalhabilidade que o concreto armado, fazendo com que seja uma melhor escolha para construção de habitação popular.

A escolha pela estrutura metálica acompanhada de suas novas tecnologias vai depender da finalidade do construtor e o que o mesmo vê como prioridade, seja o tempo de execução o retorno mais rápido do capital ou o desperdício de matérias na execução da obra.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. *Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social*. São Paulo: FAUUSP, 2002. (Coletânea Habitare/FINEP, 1)

ALVARENGA, Augusto *Estruturas construtivas da casa paulista*. Eduardo Munhoz de Lima Castro. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2005.

ANDRADE, Eliana Santos Junqueira de. *Política habitacional no Brasil (1964 a 2011): “do sonho da casa própria à minha casa, minha vida”*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2011

ANDRADE, Paulo A. *Fatos curiosos na história das estruturas metálicas*. Construção Metálica. São Paulo, ano 8, n.º 34, p. 8,. Jul/Set 1998.

ANDRADE, Péricles Barreto. *Curso básico de estruturas de aço*. Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1994.

ARAUJO, Ernani Carlos de. *Elementos de aço II*. Apostila do curso de mestrado em construção metálica. Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas. Ouro Preto, 2007.

AZEVEDO, Rone Antônio *Responsabilidade ambiental dos engenheiros e arquitetos*. Disponível em <http://www.loxxi.com.br/arquivos/downloads/rone-azevedo-artigo-revista-concreto-n56-asdez2009-9715318.pdf>. Acesso em 11 de out 2015.

CAMPOS JUNIOR, Carlos Teixeira de. *A construção da Cidade: formas de produção imobiliária em vitória*. Vitória, Florecultura, 2002.

CAMPOS, Licia Maria Revista Construção Técnica – edição especial, Setembro 2001 nº513 Vol. 57.

CARVALHO, Kelly. *Reação em cadeia*. Revista de Tecnologia da Construção Técnica (PINI), Dezembro 2002 nº69 Ano11

CICHINELLI, Gisele. Super Life Castanhal. *Habitação Popular com Aço Estrutural*. Infraestrutura Urbana, Projetos, custos e construção. São Paulo: Ano 2 nº 18, p. 30 – 37, set. 2012.

COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA – COSIPA- (São Paulo, SP). Projeto habitacional – Catálogo, São Paulo, 2003

COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA- COSIPA, (São Paulo, SP). *Vantagens do uso do aço na construção civil* – Catálogo, São Paulo, 2003

DIAS, Luiz Andrade de Mattos. *A arquitetura se rende ao aço*. Finestra/Brasil. São Paulo, ano 7, n.º 29, p. 60-63,. Abr/Jun 2012.

FIGUEIREDO, Marcelo Santos Mendonça, *Desenvolvimento da Usiminas*. Disponível em Usiminas: <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em 20 out. 2015

GERDAU- *Kit Básico Gerdau*. Disponível em <https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/construcao-civil>. Acesso em 15 set. 2015.

HUALLEM, Alfredo. Perfis estruturais laminados: solução nacional para o mercado da construção metálica. *Revista Construção Metálica* p. 24-32 – nov/dez 2001.

INABA, Roberto. *Estrutura Metálica no Mercado Brasileiro*. Revista Exame. Disponível em: Acessado em 15 de dez. 2015.

INFRAESTRUTURA URBANA- Disponível em <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/>. Acesso em 13 out 2015.

MATTOS, Carlos Di, Dircelene Viotto. *Aço: Soluções para habitações populares*. Disponível em <http://www.metalica.com.br/anunciantes/aco-soluc-o-para-habitac-es-populares/pagina-2>. Acesso em 20 nov 2015.

MELHADO, Silvio. B. *A qualidade na construção de edifícios e o tratamento das interfaces entre os sistemas de gestão dos diversos agentes*. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 8., Salvador, 2014.

MOLINA, Julio Cesar *Sistema construtivo em wood frame para casas*. Revista Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010

MUSETTI, Paulo Villares *Sedimentação à Metalúrgica e materiais*, Revista Construção Técnica – edição especial, Setembro 2001 nº513 Vol. 57

PEREIRA, José A. *Calibração de perfilados*. Associação Brasileira de Metalurgia (ABM). Vitória/ES, 1999.

PUGLIESE, Márcio; LAUAND, Carlos. *Estruturas metálicas*. Curitiba: Hemus 2005.

QUEIROZ, Elaine *USIMINAS projeto piloto - apto minha casa minha vida – Divinópolis/MG*

QUEIROZ, Gilson, et al. *Elementos das estruturas de aço*. 2ª Ed. Belo Horizonte, junho/1988,

SACHS, Celine. São Paulo: *Políticas Públicas e Habitação Popular*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

SALES, Urânia Costa. *Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de*

painéis de vedação. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, abril 2001.

SANTOS, Pedro Osvaldo Caram. *Arquitetura em aço, uma abordagem para elaboração de projetos*. Cad. Revista Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, n.4, p. 191-216, maio 2006.

SAYEGH, Simone, Revista Técnica- *Moradia Popular em Kit Metálico*. Setembro de 2001, nº54

SIDERBRÁS. *Ligações em estruturas metálicas. Bibliografia técnica para o desenvolvimento da construção metálica*, volume II, Brasília, 1988.

SILVA, Daniel Marques, *Estruturas Metálicas e habitações populares*. Disponível em <http://engenharia.anhembi.br/tcc-03/civil-22.pdf>. Acesso em 20 dez 2015.

SILVA, Geraldo Gomes. *Arquitetura de ferro no Brasil*. Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA). São Paulo, 1986.

SIQUEIRA, Maria da Penha Smarzar. *A questão regional e a dinâmica econômica do Espírito Santo - 1950/2010*. Vitória: Revista de história e estudos culturais. Outubro/Novembro/Dezembro de 2009. Vol. 6 Ano VI nº 4.

SOARES, Paulo J. *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*. V. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2002.

USINA SIDERÚRGICA DE MINAS GERAIS- USIMINAS- Disponível em Usiminas: <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em 20 out. 2015

Disponível em <http://www.interessepublicoelaine1sem2011.blogspot.com.br/2011/03/usiminas-projeto-piloto-apto-minha-casa.html>. Acesso em 26 out 2015.