

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**RONIELLE DA SILVA BARBOSA**

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA DE  
BLOCOS CERÂMICOS E PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO PARA  
CONSTRUÇÃO DE UNIDADES HABITACIONAIS UNIFAMILIARES**

**JOÃO PESSOA  
2018**

**RONIELLE DA SILVA BARBOSA**

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE UNIDADES HABITACIONAIS UNIFAMILIARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a conclusão do curso de Engenharia civil.

Orientador: Profº Drº Hildebrando J. F. Diógenes

JOÃO PESSOA

2018

B238c Barbosa, Ronielle da Silva

Comparação de custos entre a utilização de alvenaria de blocos cerâmicos e painéis pré-moldados de concreto para a construção de unidades habitacionais unifamiliares./ Ronielle da Silva Barbosa. – João Pessoa, 2018.

63f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Paraíba 2. Construção 3. Habitação 4. Casa 5. Convencional. Título

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 624

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**RONIELLE DA SILVA BARBOSA**

### **COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE UNIDADES HABITACIONAIS UNIFAMILIARES**

Trabalho de Conclusão de Curso em 11/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Hidelbrando José Farkat Diógenes  
Professor do Dep. de Eng. Civil e Ambiental do CT/UFPB

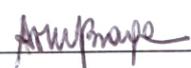
*Aprovado*  
\_\_\_\_\_

*Andrea Brasiliano Silva*  
\_\_\_\_\_  
Andrea Brasiliano Silva  
Professor do Dep. de Eng. Civil e Ambiental do CT/UFPB

*Aprovado*  
\_\_\_\_\_

*Cibele Guimarães Silva Severo*  
\_\_\_\_\_  
Cibele Guimarães Silva Severo  
Professor do Dep. de Eng. Civil e Ambiental do CT/UFPB

*Aprovado*  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga  
Matrícula Siape: 1668619  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil - UFPB

*P*

## AGRADECIMENTOS

Aos pais, pelo suporte dado, em especial a minha mãe, Ozanete Andrade da Silva, carinhosamente chamada de Ivonete, que sempre me apoiou, mesmo quando não era uma decisão consensual;

Aos professores, que me deram o alicerce necessário para chegar até aqui, em especial ao Professor Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes, pela paciência e por ter me fornecido o norte à se seguir;

Aos amigos, que me forneceram ombro e estiveram sempre dispostos a me ouvir lamentar as dores da vida e que me ajudaram a superar todas as frustrações e decepções inerentes à existência humana;

À todos aqueles que ajudaram direta ou indiretamente nessa jornada, sem esquecer, claro, daqueles que desacreditaram e por isso me motivaram a nunca desistir;

O tempo transcorrido desde aquele 06 de maio de 1992 é grande e ainda que não fosse, seria humanamente impossível agradecer a todos aqueles que estenderam a mão durante minha caminhada até aqui. Tendo ciência ou não destes votos de agradecimento, à todos vocês, muito obrigado. Saibam que foi por vocês que eu “VIM, VI, VENCI”.

## RESUMO

O presente trabalho faz um panorama do uso de painéis pré-moldados de concreto no estado da Paraíba, e analisa a execução de uma unidade habitacional unifamiliar em substituição ao modelo convencional. Utilizando o orçamento elaborado para uma casa de 79,86m<sup>2</sup> e que inicialmente foi pensada para ser construída em alvenaria de bloco cerâmico, compararam-se os custos caso a alvenaria fosse substituída por painéis de concreto. Para tal, fizeram-se algumas adaptações tanto no projeto arquitetônico quanto no projeto orçamentário a fim de, considerar as diferenças existentes na execução dos referidos sistemas. Sendo assim, alguns itens foram incluídos e outros tiveram de ser excluídos do orçamento original. O resultado mostrou que houve uma redução de 3,46% do valor final da obra, tornando-a economicamente viável frente ao modelo convencional, podendo inclusive ter uma redução no tempo de execução, o que pode gerar uma economia ainda maior e gerar mais eficiência para a empresa.

**Palavras-chave:** Paraíba. Construção. Habitação. Casa. Convencional

## ABSTRACT

The present work is an overview of the use of precast concrete molds in the state of Paraíba, and the execution of a single-family dwelling unit is analyzed in substitution of the conventional model. Using the budget for a house of 79.86m<sup>2</sup> and that was already designed to be built in masonry of ceramic block, the costs of a masonry were compared to the replacement of concrete slabs. To have, some-some adaptations both in the participable arrangement in no more or or budget project to find, and the difference already in the current list. Thus, some items were included and others had the budget of the original. The result was a reduction of 3.46% of the final value of the work, making it economically viable compared to the conventional model, which may include a reduction in execution time, which can be an even greater saving and generate more efficiency for a company .

**Keywords:** Paraíba. Construction. Housing. Home. Conventional

**LISTA DE SIGLAS**

ABCIC	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto.
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção.
FJP	Fundação João Pinheiro.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IPEA	Instituto de Pesquisas Aplicadas.
MCMV	Minha Casa Minha Vida.
NBR	Normas Brasileiras.
ONU	Organização das Nações Unidas.
PNAD-C	Pesquisa Nacional de Amostragem de Domicílios – Contínua.
SINDUSCON-JP	Sindicato da Indústria da Construção Civil de João Pessoa.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Execução do CRUSP, São Paulo. ....	18
Figura 2 - Estrutura aporticada.....	23
Figura 3 - Estrutura em esqueleto.....	24
Figura 4 - Prédio em painéis estruturais.....	24
Figura 5 - Estrutura para pisos.....	25
Figura 6 - Painéis de fachada.....	25
Figura 7 - Sistemas celulares.....	26
Figura 8 - Gráfico de investimento público no MCMV .....	30
Figura 9 – Competitividade dos estados brasileiros.....	33
Figura 10 - Maquete 3D da unidade habitacional.....	35
Figura 11 - Planta baixa da unidade habitacional.....	36
Figura 12 - Corte BB da unidade habitacional.....	37
Figura 13 - Modulação dos painéis. ....	38
Figura 14 - Detalhamento da Placa 01 .....	40
Figura 15 – Posicionamento das armaduras.....	40
Figura 16 - Posicionamento das instalações.....	41
Figura 17 - Lançamento do concreto.....	41
Figura 18 Espalhamento do concreto.....	41
Figura 19 - Adensamento do concreto.....	42
Figura 20 - Sarrafeamento do concreto.....	42
Figura 21 - Regularização com régua.....	42
Figura 22 - Desempenadeira metálica. ....	42
Figura 23 - Posicionamento dos painéis .....	43
Figura 24 - Assentamento dos painéis.....	43
Figura 25 - Escoramento dos painéis.....	43

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Custo habitacional de acordo com o padrão. ....	28
Tabela 2 - Orçamento detalhado: Alvenaria convencional. ....	44
Tabela 3 - CUB de março de 2018. ....	46
Tabela 4 - Resumo dos materiais dos painéis. ....	47
Tabela 5 - Resumo de concreto. ....	47
Tabela 6 - Composição de custos de execução dos painéis. ....	48
Tabela 7 - Custo total dos painéis. ....	48
Tabela 8 - Preço do serviço de içamento. ....	49
Tabela 9 - Peso das paredes e painéis. ....	50
Tabela 10 - Custo dos serviços para os dois sistemas. ....	54
Tabela 11 - Orçamento detalhado adaptado ao uso de painéis. ....	55

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO .....	14
1.1.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	14
1.1.2	<i>Objetivos Específicos .....</i>	14
1.2	JUSTIFICATIVA .....	14
1.3	METODOLOGIA .....	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1	PRÉ MOLDADOS DE CONCRETO.....	17
2.1.1	<i>A história dos pré-moldados de concreto .....</i>	17
2.1.2	<i>Características do sistema .....</i>	19
2.1.3	<i>Fatores determinantes.....</i>	21
2.1.4	<i>Vantagens e desvantagens do sistema .....</i>	22
2.1.5	<i>Tipos de Sistemas pré-moldados .....</i>	23
2.2	PAINÉIS ESTRUTURAIS .....	26
2.2.1	<i>Definição e dimensionamento .....</i>	26
2.2.2	<i>Viabilidade econômica.....</i>	27
2.3	UM PANORAMA DA HABITAÇÃO .....	28
2.3.1	<i>Conceito .....</i>	28
2.3.1	<i>O déficit habitacional .....</i>	28
2.4	PRÉ-MOLDADOS NA PARAÍBA .....	31
2.4.1	<i>Disponibilidade de recursos.....</i>	31
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>35</b>
3.1	DO PROJETO .....	35
3.2	DA READEQUAÇÃO DO PROJETO.....	37
3.3	DOS PAINÉIS DE CONCRETO.....	39
3.3.1	<i>Da geometria e do concreto .....</i>	39
3.3.2	<i>Da armadura.....</i>	39
3.3.3	<i>Da concretagem .....</i>	40
3.1	DO POSICIONAMENTO .....	42
3.2	DAS LIGAÇÕES.....	43
3.3	DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	44

3.3.1	<i>Custo da casa em alvenaria</i> .....	44
3.3.2	<i>Casa em painéis de concreto</i> .....	46
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>52</b>
4.1	DA CAPACIDADE DA INDÚSTRIA PARAIBANA .....	52
4.2	DA IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO .....	52
4.3	DO USO DE PAINÉIS PARA UNIDADE UNIFAMILIARES .....	53
4.4	DO CUSTO DA CASA EM PAINÉIS DE CONCRETO .....	53
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>62</b>
	APÊNDICE A – PAINÉIS DE CONCRETO .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a ambição e a busca por melhoria na qualidade de vida dos seres humanos caminharam juntas e proporcionaram significativas mudanças nas formas de produzir. As revoluções industriais modernizaram os meios de produção e modificaram as relações de trabalho em todos os setores industriais. Na construção civil, todavia, a modernização parece ter se limitado à produção de insumos, pois a maior parte da execução e acabamento continua sendo feita majoritariamente de forma artesanal.

Com o surgimento dos pré-moldados de concreto iniciou-se uma perspectiva de reversão deste quadro. A possibilidade de produzir prédios inteiros dentro de uma fábrica e apenas montá-los no canteiro, além de melhorar o controle de qualidade, garante a uniformidade do produto, reduzem as interferências externas, a mão de obra e melhoram o planejamento da empresa. Para o construtor, esses fatores são de fundamental importância pois permitem maior competitividade; já para a sociedade, traz a possibilidade de aquisição de imóveis com excelente custo-benefício.

A redução no tempo de produção e no custo final são características muito importantes para o setor da construção civil, pois, seus produtos têm elevado valor agregado e encontram no fator financeiro o principal obstáculo para seu avanço. Além de perdas financeiras por não conseguirem atingir uma parcela do mercado, o alto custo dos imóveis é responsável por outro grande problema que afeta boa parte da população mundial.

O déficit habitacional é uma realidade e assola principalmente as camadas mais pobres da população, que, geralmente não possuem condições financeiras suficientes para adquirir um imóvel através dos meios convencionais. Por isso, cabe também à academia o desenvolvimento de pesquisas que apontem o caminho a seguir para reduzir os danos causados pelo déficit habitacional e dar à sociedade o retorno que de si é esperada.

E é neste contexto de busca por inovação, redução de custos e racionalização, que o presente trabalho abordará a evolução da construção civil no mercado de pré-fabricados de concreto e seu potencial para a utilização na área habitacional.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

Comparar o custo de substituição da alvenaria convencional pelos painéis pré-moldados de concreto na construção de habitações unifamiliares no estado da Paraíba.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- i. Observar a capacidade operacional e o potencial existente na indústria de pré-moldados no estado da Paraíba;
- ii. Demonstrar a importância da difusão de técnicas inovadoras para combater o déficit habitacional;
- iii. Fazer um comparativo de custos executivos entre o modelo convencional e o de painéis pré-moldados de concreto;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O direito à habitação é uma das garantias fundamentais estabelecidas na Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU (1948), que em seu artigo 25 prevê o alojamento como necessário para garantir uma “vida suficiente”. Entretanto, apesar de ser uma garantia fundamental que deveria ser assegurada a todos, independentemente de classe social, cor ou nacionalidade, nem todas as pessoas possuem acesso a uma moradia habitável.

A falta de moradias é um dos grandes problemas do século XXI, segundo o WRI Brasil (2017) *World Resources Institute Ross Center for Sustainable Cities*, em todo o mundo, o déficit habitacional é de cerca de 330 milhões de moradias e que isto afeta a vida de aproximadamente 1,2 bilhão de pessoas. Considerando que atualmente a população de todo o planeta seja de aproximadamente 7 bilhões de pessoas, isso

significaria que cerca de 17% da população mundial não tem uma moradia digna e em 2030 pode atingir 3 bilhões de pessoas em todo o mundo.

No Brasil não é diferente, analisando os dados preliminares da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD, 2015) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Fundação João Pinheiro (FJP, 2018) que estuda o tema há mais de 20 anos e é adotada como oficial pelo Ministério das Cidades, estima que o déficit habitacional seja superior a 6,1 milhões de moradias, das quais, aproximadamente 1,8 milhão estão concentradas nas regiões metropolitanas e as outras 4,3 milhões nas demais cidades do país. Ainda segundo a FJP, só no estado da Paraíba o déficit habitacional chega a mais de 115 mil moradias incluindo as áreas rurais e urbanas.

Estes números são, por si só, razão mais que suficiente para justificar a necessidade de novos estudos e pesquisas que possibilitem o surgimento de tecnologias e métodos construtivos, mais rápidos, baratos, eficientes e que sejam capazes de, se não sanar, pelo menos mitigar os efeitos negativos do déficit habitacional.

### 1.3 METODOLOGIA

Para iniciar esta pesquisa fez-se uma revisão bibliográfica que demonstra de forma sucinta a evolução do uso de pré-moldados de concreto no Brasil e no mundo. Feito isso, apresentaram-se os tipos de sistemas pré-moldados e as características que permitem juntá-los em grupos distintos, sem, no entanto, perder sua essência.

Caracterizados os tipos de sistemas pré-moldados, optou-se por trabalhar com os painéis estruturais, e com isso, buscou-se na literatura, casos correlatos, características básicas e normas que regem seu dimensionamento, uso e execução.

Em seguida, fez-se uma breve análise para avaliar as potencialidades do mercado local e demonstrar a importância da inserção dos pré-moldados no mercado habitacional como alternativa viável para minimizar os efeitos negativos do déficit habitacional.

Após toda a revisão teórica, fez-se um estudo de caso no qual compararam-se os custos de produção de uma residência unifamiliar construída utilizando o sistema convencional, com essa mesma residência, agora utilizando o sistema de painéis pré-moldados de concreto. Para tal, utilizou-se o orçamento disponibilizado pela empresa MVCA Engenharia e fizeram-se as devidas adaptações oriundas da modificação do sistema de alvenaria convencional para o sistema de painéis estruturais de concreto.

A fim de facilitar o trabalho e fazer uma comparação mais real possível, optou-se por manter a arquitetura rigorosamente igual, desde a quantidade de pontos de água, luz e esgoto, até os materiais de acabamento, fazendo com que os custos destes materiais e serviços permanecessem iguais nos dois casos.

Para levantar a diferença no custo das unidades habitacionais, além de utilizar o próprio orçamento cedido pela MVCA Engenharia, utilizou-se o índice CUB do SINDUSCON-JP e elaborou-se uma composição de custos específica para a execução dos painéis de concreto. Com o auxílio do AutoCad levantaram-se as quantidades dos materiais e com isso, em posse da composição unitária e dos quantitativos necessários para a execução da obra, levantou-se o custo final caso a habitação fosse executada em painéis de concreto pré-moldado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PRÉ MOLDADOS DE CONCRETO

#### 2.1.1 A história dos pré-moldados de concreto

Segundo Vasconcelos (2002), não se pode datar quando começou exatamente a pré-moldagem, pois o próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a moldagem de elementos fora do local de seu uso. Mas, segundo Cerávolo (2007), foi a partir do século XIX até meados do século XX que foram feitas as inovações tecnológicas na construção civil que transformaram os padrões de beleza e estética arquitetônica que abriram as portas para os pré-moldados.

Entretanto, Ordonéz (1974) explica que foi no período que precedeu a Segunda Guerra Mundial que a história dos pré-fabricados se consolidou, principalmente na Europa. A guerra havia provocado a destruição das infraestruturas básicas (casas, escolas indústrias) e exigia um modelo construtivo rápido e que possibilitasse a reestruturação eficiente da sociedade europeia.

Embora de maneira mais tímida que na Europa, no Brasil, também foi no século passado que se iniciou a utilização de pré-moldados, segundo Vasconcelos (2002) a primeira grande obra a utilizar elementos pré-moldados de concreto foi o Hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro em 1926, onde a construtora dinamarquesa Christiani-Nielson teria utilizado diversos componentes pré-fabricados.

Quando o assunto é a utilização de pré-moldados para fins habitacionais, ainda segundo Vasconcelos (2002) a primeira obra a ser construída no Brasil foi o Condomínio Residencial CRUSP (figura 1) da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira, em São Paulo, em 1964. Possuindo 12 prédios, cada um com 12 pavimentos destinados a abrigar estudantes de outras cidades que iam estudar na USP.

**Figura 1 - Execução do CRUSP, São Paulo.**



Fonte: VÁSCONCELOS 2002.

O uso de pré-moldados pela construtora Mauá, a construção do CRUSP e alguns outros fatores pareciam indicar que os pré-moldados ganhariam força no Brasil, entretanto, algumas políticas errôneas aplicadas pelo governo da época acabaram por prejudicar a expansão dos pré-moldados no Brasil, segundo Oliveira (2002), com o intuito de financiar a produção de imóveis e estimular a geração de empregos de mão de obra não qualificada, o Banco Nacional de Habitação (BNH), criado pelo governo para cuidar dos problemas habitacionais do Brasil, equivocadamente incentivou a desindustrialização da construção civil e atrapalhou o avanço dos pré-fabricados.

Ainda segundo Oliveira (2002), alguns empresários da época, vislumbrando o potencial dos pré-moldados de concreto, continuaram a apostar na tecnologia e em meados da década de 70, houve uma reorientação no BNH, que passou a atuar para atender as camadas mais pobres e começou a incentivar, mesmo que timidamente, a inovação tecnológica no setor.

Após uma lacuna de tempo sem conquistas para o setor de pré-moldados, em 2001 foi dado mais um grande passo para se consolidar e difundir seu uso pelo Brasil. A criação da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) fortaleceu o setor e uma prova deste avanço foi a criação da NBR 9062 – Projeto e Execução de Estrutura de Concreto Pré-Fabricadas em 2006, pela Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT). Esta, fixa as condições exigíveis no projeto, na execução e no controle de estruturas pré-fabricadas de concreto

armado ou protendido, podendo ser aplicada em estruturas mistas: aquelas construídas parcialmente de elementos pré-fabricados e moldados no local.

Ao pormenorizar a finalidade do trabalho, a ABNT assinala que o objetivo imediato da norma é o uso de estruturas pré-fabricadas em edifícios, mas, por prescrições podem, ser usadas desde que pertinentemente em projetos de estruturas para fundações, obras viárias e demais elementos de utilização isolada.

### **2.1.2 Características do sistema**

O sistema de pré-fabricados de concreto é caracterizado pela possibilidade de industrialização da produção. Industrializar, de forma simplificada pode ser entendida como mecanização de uma indústria para possibilitar a produção em larga escala e em uma local específico mediante a substituição de instrumentos e técnicas manufaturadas por técnicas industriais, proporcionando uma produção em grande escala com a finalidade de maximizar os lucros.

Segundo Brumatti (2008), torna-se cada vez mais importante a Construção Civil ser analisada sob uma perspectiva de industrialização por emprego racionalizado de técnicas construtivas que viabilizem o aumento da produtividade e a redução de custos. Considerando o exposto, a busca por modernização torna-se além de necessária, fundamental para manter a construção civil competitiva e nessa ótica, os pré-moldados, devido a todas suas características inerentes ao processo produtivo, tem grande potencial para auxiliar a construção civil a alcançar estes objetivos, pois, uma maior aplicação dos pré-moldados nos processos construtivos de fato pode racionalizar, elevar a produtividade e reduzir desperdícios.

Outra característica importante a ser mencionada é o tempo de produção, se compararmos o método artesanal tradicional com o método de pré-moldados, nota-se que este pode ser reduzido consideravelmente, fato que torna viável sua aplicação. Segundo o SINDUSCON, cerca de 55,55% dos recursos de uma obra são gastos com mão de obra, 41,39% com materiais e 2,71% com a parte administrativa.

Segundo Mariane (2015), a Construtora Queiroz Silveira, de Goiânia, a fim de verificar qual método traria maiores benefícios para a empresa na execução do Shopping Golden, optou por fazer dois orçamentos, um utilizando o sistema

convencional de concreto armado e outro utilizando o sistema de pré-moldados. Em posse destes, percebeu que os custos totais poderiam ser reduzidos em até 6,22%. Além da redução dos custos diretos da obra haveria também uma redução de aproximadamente 2 meses do seu prazo de conclusão, o que acarretaria em redução de custos fixos e variáveis para manutenção da obra e dos colaboradores.

#### 2.1.2.1 Racionalização

A palavra racionalização em si tem um significado muito intuitivo e nos induz a pensar em diminuição de perdas e no emprego de técnicas simples, porém capazes de sanar as necessidades sem prejudicar a qualidade do produto.

Segundo Brumatti, a nova mentalidade voltada para a produção racionalizada e com qualidade, é muito mais que um modismo; é uma questão de sobrevivência para as empresas. A abertura do Brasil para o mercado competitivo mundial, exige da indústria nacional uma rápida adaptação às rigorosas exigências de um consumidor consciente de seus direitos (BRUMATTI, 2008).

Cada autor tem sua própria definição, entretanto, sem divergir muito sobre o tema. No contexto da construção civil é entendida por Trigo, Rosso e Sabbatini de forma muito parecida:

Segundo Trigo *apud* Brumatti (1978), “a racionalização pressupõe a organização, a planificação, a verificação e as técnicas adequadas à melhoria da qualidade e ao acréscimo de produtividade”.

Para Rosso *apud* Brumatti (1980), significa: “agir contra os desperdícios de materiais e mão-de-obra e utilizar mais eficientemente o capital”.

Já Sabbatini *apud* Brumatti (1989), define que a “racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade socioeconômica própria”.

### 2.1.2.2 Produtividade

Pode-se dizer que produtividade é uma consequência da racionalização. A partir do momento que se emprega técnicas racionalizadas que diminuem os desperdícios e aumentam a produção – que segundo Loturco (SIENGE, 2017), trata-se do resultado da atividade – a produtividade acaba sendo elevada.

Devido ao fato do conceito de racionalização ser subjetivo, torna-se difícil medir o grau de racionalização de uma dada empresa/obra, faz-se necessário então compreender o conceito de produtividade, que significa:

Minimizar cientificamente o uso de recursos materiais, mão de obra, equipamentos etc., para reduzir custos de produção, expandir mercados, aumentar o número de pessoas empregadas, lutar por aumentos reais de salários e pela melhoria do padrão de vida no interesse comum do capital, trabalho e consumidores. LOTURCO (2017)

É muito importante saber diferenciar produção de produtividade. Apesar de serem conceitos que estão intimamente ligados, tratam de coisas diferentes. Se compararmos uma mesma obra produzida por duas empresas diferentes, ao finaliza-la ambas terão produzido-a, entretanto, aquela que conseguir entregá-la mais rápido teve uma maior produtividade e conseqüentemente será mais competitivo no mercado. Entretanto, como em toda e qualquer obra de engenharia é sempre necessário se fazer uma análise de viabilidade, pois alguns fatores podem ser determinantes para decidir ou não pelo seu uso.

### 2.1.3 Fatores determinantes

Para os pré-fabricados, assim como outras técnicas de engenharia, também se faz necessário avaliar a pertinência de seu uso para uma dada obra. Apesar de não existir regra, nenhuma metodologia é absoluta e alguns fatores precisam ser levados em consideração antes da decisão de seu uso, por exemplo:

- i. custos – como qualquer outro projeto de engenharia sua viabilidade econômica se dá pela análise dos custos totais quando comparados ao emprego de outro sistema construtivo;

- ii. repetições – a viabilidade exige um projeto arquitetônico que, desde o início, incorpore conceitos como racionalização, modulação e repetição dos elementos construtivos;
- iii. distância da fábrica – pode inviabilizar seu emprego devido ao custo de transporte;
- iv. facilidade de acesso a equipamentos – se na região não houver os equipamentos e/ou materiais que possibilitem o emprego da técnica, sua adoção, mesmo que comprovadamente mais econômica pode se tornar totalmente inviabilizada e;
- v. modificações futuras – diferentes de outros sistemas, neste, existe pouca possibilidade de adaptações, pois a exclusividade na produção de peças não é uma opção, e torna o projeto totalmente anti-econômico;

Avaliados os fatores que determinam o uso dos pré-moldados, cabe ao projetista verificar se o uso dos pré-moldados trará benefícios ou não para sua obra.

#### **2.1.4 Vantagens e desvantagens do sistema**

Segundo a FETZ (2018), dentre as inúmeras vantagens apresentadas pelo sistema de pré-moldados, podem-se elencar:

- i. Redução dos custos, causada principalmente pela diminuição no número de colaboradores;
- ii. Reduz o tempo de execução da obra, visto que parte dos pré-moldados são moldados em etapas em paralelo com a execução da obra;
- iii. Canteiro mais limpo e organizado, inclusive com redução de desperdício;
- iv. Maior qualidade da construção, devido ao rigoroso controle de qualidade a que os pré-moldados são submetidos;
- v. Maior previsibilidade de custos pois é possível saber o custo das peças antes mesmo de precisar delas e;

Por outro lado, existem também algumas desvantagens que precisam ser levadas em consideração em seu uso:

- i. Provável condicionamento da modulação do projeto arquitetônico;

- ii. Dificuldades de reformas e modificações e reparo oriundo de falhas na execução;
- iii. Elevado investimento inicial (para aquisição de formas, treinamento da mão de obra) e;
- iv. Necessidade de equipamentos para içamento das peças pré-moldadas;

Vale salientar que até mesmo dentro dos pré-moldados existem tipos diferentes de estruturas e que isso deve ser levado em consideração de acordo com o tipo de obra e sua finalidade.

### 2.1.5 Tipos de Sistemas pré-moldados

Os sistemas pré-moldados de concreto possuem diversas características em comum e outras várias que nos permite dividi-los em categorias distintas uma das outras, baseados em algumas características. Segundo Junior (2016), é possível separar os pré-moldados nos seguintes grupos:

- i. Estruturas aporricadas (figura 2): estruturas compostas por pilares e vigas de fechamento, que são utilizadas para construções industrializadas, armazéns, construções comerciais, etc.

**Figura 2 - Estrutura aporricada.**



Fonte: ENERGIPOSTE, 2018

- ii. Estruturas em esqueleto (figura 3): constituídas de pilares, vigas e lajes, montados para edificações de alturas médias e baixas, com número pequeno

de paredes e contraventamento para estruturas altas. São utilizadas principalmente em escritórios, escolas, hospitais e estacionamentos.

**Figura 3 - Estrutura em esqueleto.**



Fonte: PINREREST.

- iii. Estruturas em painéis estruturais (figura 4): Consistem em componentes de painéis portantes verticais e de painéis de lajes, as quais são usadas largamente para construção de casas e apartamentos.

**Figura 4 - Prédio em painéis estruturais.**



Fonte: PINI, 2015.

- iv. Estruturas para pisos (figura 5): São usados juntamente com vários tipos de sistemas construtivos e materiais. São formados por vários tipos de elementos

de laje, com intuito de formar uma estrutura capaz de concentrar as forças horizontais para os sistemas de contraventamento.

**Figura 5 - Estrutura para pisos.**



Fonte: ECIVILNET, 2018.

- v. Sistema para fachadas (figura 6): São painéis maciços ou do tipo sanduíche, podendo ou não ter função estrutural. São usados para simples fechamento ou até mesmo em projetos de fachadas com um maior apelo arquitetônico.

**Figura 6 - Painéis de fachada.**



Fonte: PREMONTA, 2018.

- vi. Sistemas celulares (figura 7): são compostos por células de concreto pré-fabricado, usados para blocos de banheiros, cozinhas entre outros. São produzidos totalmente na indústria, porem possuem maiores dificuldades de transporte e flexibilidade arquitetônica.

**Figura 7 - Sistemas celulares.**



Fonte: AECWEB, 2018.

Para atender aos objetivos propostos pelo presente trabalho, delimitaremos os estudos dos pré-moldados ao sistema de painéis estruturais utilizados para construção de casas populares.

## 2.2 PAINÉIS ESTRUTURAIS

### 2.2.1 Definição e dimensionamento

No Brasil a elaboração de projetos de engenharia é norteada pelas Normas Técnicas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Existem várias normas voltadas especificamente para estruturas de concreto armado, mas, as que regem o uso, elaboração e execução de painéis de concreto são:

- i. NBR 16.475 – Painéis de paredes pré-moldadas de concreto – requisitos e procedimentos
- ii. NBR 9.062 – Projeto e execução de estrutura de concreto armado (criada em 1985 e atualizada em 2006 e recentemente em 2017).

Cabe salientar que as normas supracitadas se assentam sobre outras normas que dão referencial técnico e trazem consigo conceitos fundamentais para sua elaboração. A NBR – 6118/2014 Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos, é um desses exemplos e define dentre vários outros conceitos, dois fundamentais para a elaboração de um projeto e sua posterior execução:

- i. Estado Limite Último (ELU): é o estado relacionado ao colapso, ou qualquer outra forma de ruína, que determine a paralisação do uso da estrutura.
- ii. Estado Limite de Serviço (ELS): são todos aqueles relacionados ao conforto do usuário e à durabilidade, aparência e boa utilização das estruturas, seja em relação às máquinas e aos equipamentos suportados pela estrutura.

Segundo a NBR painéis de concreto são parte da estrutura da edificação, funcionando como elementos resistentes aos esforços locais e globais, podendo também apresentar a função vedação. Sendo assim, não há a necessidade de se apoiar sobre um sistema estrutural, exceto a fundação.

Ainda segundo a NBR 16.475 a estrutura deve ser projetada e construída de modo que resista a todas ações às quais estejam sujeitas durante as fases de construção e sua vida útil, sem esquecer das ações naturais e das exigências para manutenção das instalações elétricas e hidráulicas.

### **2.2.2 Viabilidade econômica**

A viabilidade econômica de um sistema construtivo só é garantida quando seus custos e/ou tempo de serviço são inferiores ao que é convencionalmente utilizado. Só existe viabilidade no uso dos pré-moldados quando os conceitos de modulação e repetição são atendidos pelo projeto. Entretanto, a depender do projeto o tempo de execução pode ser primordial para a definição do sistema empregado, pois um retorno mais rápido do capital poderia gerar dividendos, como por exemplo, se investido em títulos públicos, tudo isso deve ser levado em conta, entretanto, este não é o objetivo deste trabalho.

Para residências fabricadas no sistema construtivo convencional (alvenaria de tijolos cerâmicos), o custo varia de acordo com o padrão da unidade habitacional, segundo o SINDUSCON-JP, para o mês de março de 2018, o Custo Unitário Básico (CUB) foi conforme o exposto na tabela 1:

**Tabela 1 - Custo habitacional de acordo com o padrão.**

Padrão	Custo (R\$/m <sup>2</sup> )	
	Onerado	Desonerado
<b>PIS</b>	716,82	671,87
<b>R1</b>	1.093,65	1.027,66
<b>RP1Q</b>	1.153,85	1.062,8

Fonte: SINDUSCON-JP (2018).

\*PIS: Projeto de Interesse Social; R1: Residência Unifamiliar; RP1Q: Residência Popular.

## 2.3 UM PANORAMA DA HABITAÇÃO

### 2.3.1 Conceito

O conceito de habitação é amplo e requer uma análise sociocultural contextualizada com o referido espaço tempo. Os requisitos que cada uma dessas deve apresentar depende da classe social a que estão destinadas. Usuários de baixa renda tendem a ser menos exigentes que os mais ricos, entretanto independentemente da classe do imóvel existem requisitos mínimos de conforto e segurança que devem ser atendidos para que seja considerado habitável.

Segundo Albernaz (2000) habitação é “O espaço construído destinado a moradia. Pode ser unifamiliar, quando se destina a uma única família, sendo comumente chamado casa, ou multifamiliar, quando se destina a mais de um domicílio, como, por exemplo, o edifício de apartamentos. ”

### 2.3.1 O déficit habitacional

Segundo Serra (2005), a partir da década de 50, o crescimento populacional nos grandes centros urbanos atingia índices nunca vistos e esse crescimento demasiado causou grandes problemas de déficit habitacional.

Dados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio Contínua (PNAD-C) de 2015 realizada pelo IBGE mostra que existem aproximadamente 69,2 milhões de domicílios no Brasil, destes, aproximadamente 12,1 milhões (17,5%) são alugados. Ainda segundo o IBGE em 1991, haviam pouco mais de 1,5 milhões de residências em aglomerados subnormais. Em 2010, (ano do último censo demográfico) esse

número mais que dobrou e passou a ser 3,2 milhões de residências. Na região nordeste eram 445 mil domicílios em 1991, passando a quase 1 milhão de residências em 2010. No estado da Paraíba existiam cerca de 20 mil residências nesta situação, 20 anos depois em 2010, o número chegou a 36 mil residências.

Como se não bastasse o déficit habitacional, no Brasil, ainda é grande o número de residências inseridas em aglomerados subnormais, que, segundo o IBGE (2014) “... é o conjunto de unidades habitacionais, localizada em áreas urbanas, de ocupação ilegal da terra, no período atual ou recente, e que apresenta pelo menos uma das características: padrão urbanístico assimétrico das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes, carências de serviços públicos essenciais, como rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação”.

Além de não terem um acesso regular a serviços básicos, as pessoas que moram nos chamados aglomerados subnormais, são, em sua grande maioria, pessoas das classes C, D e E e ganham até 3 salários mínimos segundo o IBGE. Tal fato dificulta ainda mais que essas pessoas consigam adquirir imóveis em melhores qualidade, pois grande parte do seu orçamento já é drenada para as necessidades básicas. Associado a isso, a especulação imobiliária e o crescimento das cidades causam uma hipervalorização dos espaços urbano. Por ser um bem de consumo com alto valor agregado, os trabalhadores de renda mais baixa dificilmente conseguem adquiri-las sem políticas públicas habitacionais. Sendo assim, o governo torna-se o fiador que possibilita a essa parte da população o acesso a moradias dignas e com melhores condições habitacionais.

#### 2.3.1.1 Consequências do déficit

Para evidenciar as consequências trazidas pelo déficit habitacional, precisamos antes entender que esse afeta não só aqueles que não possuem habitação. Indiretamente afeta toda a população e inclusive o governo, pois traz uma série de consequências, dentre as quais podem ser citadas:

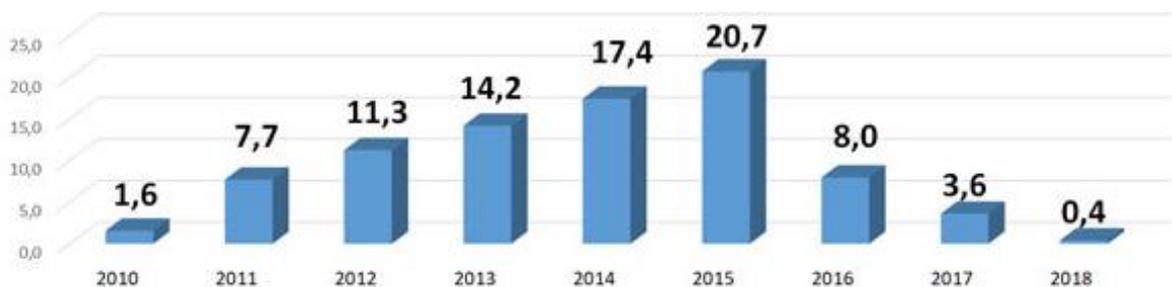
- i. Aumento dos aglomerados subnormais;
- ii. Deficiência na oferta de serviços públicos;
- iii. Desvalorização do espaço urbano;

- iv. Dificuldade para o planejamento das cidades;
- v. Aumento da vulnerabilidade de classes menos favorecidas, ao crime organizado e;
- vi. Sobrecarga das infraestruturas urbanas.

### 2.3.1.2 Esforços para reverter o déficit

Os esforços do governo para mitigar os problemas habitacionais no Brasil não são de hoje, desde a criação do Banco Nacional Habitação em 1964 até os dias atuais com o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) o governo tenta encontrar uma forma factível e sustentável de manter o financiamento de habitações populares. Entretanto, entre 2015 e 2017 os valores destinados a programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida do Governo Federal diminuíram drasticamente, segundo os dados contidos no Sistema Integrado de Orçamento do Governo Federal, os recursos destinados ao programa foram significativamente reduzidos, conforme exposto na figura 8.

**Figura 8 - Gráfico de investimento público no MCMV**  
**Minha Casa Minha Vida - valores efetivamente pagos**  
**(R\$ bilhões)**



Fonte: SIOP.

Além do governo, alguns bancos têm voltado esforços para aumentar a oferta de crédito na área habitacional, a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL que é um banco majoritariamente público possui linhas de créditos tanto para o financiamento do governo como para o financiamento a terceiros, oferecendo juros relativamente baixos se comparados ao praticado por outras instituições financeiras.

Entretanto, apesar dos esforços, os números mostram que o crescimento do déficit é muito maior que a capacidade de financiamento do governo, o que requer um

olhar mais atento sobre novas tecnologias capazes de acelerar a produção habitacional para este segmento e possibilitar a redução dos custos de produção.

## 2.4 PRÉ-MOLDADOS NA PARAÍBA

Observa-se que a utilização de pré-moldados no estado da Paraíba ainda é muito limitada e apesar de não haver dados estatísticos, com exceção de galpões e pontos comerciais é perceptível que seu uso não é muito comum na área habitacional.

As causas para o baixo uso dos pré-moldados no estado podem ser desde a indisponibilidades dos recursos necessários ou a não popularização do sistema construtivo.

Avaliemos então alguns fatores que podem influenciar para a implantação de uma fábrica de pré-moldados faz-se necessário avaliar alguns fatores para garantir a viabilidade de sua implantação.

### 2.4.1 Disponibilidade de recursos

#### Água

A disponibilidade de água varia consideravelmente de um município para a outro a depender da mesorregião em que ele esteja inserido. Os municípios localizados na Zona da Mata paraibana têm um regime de chuva mais regular que os que ficam localizados no sertão paraibano.

Segundo dados da Agência Executiva de Gestão de Águas do estado da Paraíba (AESAs) na série histórica compreendida entre 2012 a 2017, choveu na Zona da Mata paraibana 4,5 vezes mais que na mesorregião da Borborema, 7665,5 da zona da Mata contra 1712,3 da mesorregião da Borborema. Quando comparamos duas cidades contida nestas mesmas mesorregiões a diferença torna-se mais nítida, para o mesmo período, a cidade de Alhandra registrou pluviometria de 10704,0 mm enquanto que a cidade de Sumé registrou 1 mm.

## **Cimento Portland**

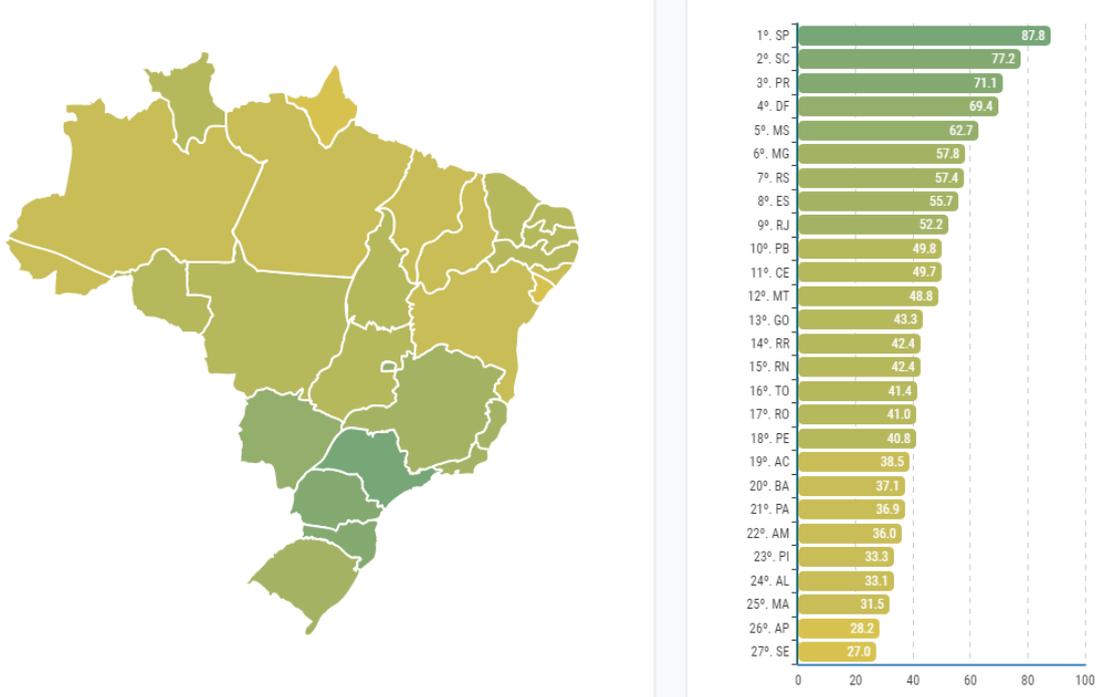
Segundo a Câmara Brasileira da Indústria e Comércio (CBIC, 2013) foram produzidas no Brasil aproximadamente 71 milhões de toneladas de cimento, dos quais 15 milhões foram produzidas no Nordeste brasileiro. Ainda segundo a CBIC, em 2013 o estado da Paraíba foi responsável pela produção de 1,2 milhões de toneladas de cimento. Ainda não há dados consolidados da CBIC para o ano de 2014, mas, foi neste ano que o Grupo Brennand investiu mais de 700 milhões de reais para a construção de mais uma fábrica de cimento no município de Pitimbu, localizado no litoral sul da Paraíba e que tornou o estado da Paraíba o segundo maior produtor de Cimento Portland do Brasil.

Com o Nordeste crescendo acima da média brasileira, a Paraíba por sua posição geográfica central à boa parte dos estados nordestinos faz com que a logística de escoamento da produção favoreça os investimentos no setor. Além de possuir vastas jazidas de calcário superficiais, principal insumo para a fabricação.

## **Infraestrutura e logística**

Segundo a edição de 2017 do Ranking de Competitividade dos Estados brasileiros, a Paraíba é atualmente o 10º melhor estado brasileiro para se investir (figura 9). Este estudo é idealizado e produzido pelo Centro de Liderança Pública (CLP), em parceria com a Tendências Consultoria Integrada, é o mais completo do gênero e avalia anualmente, desde 2011, a performance dos 26 Estados e do Distrito Federal em dez pilares – capital humano, educação, eficiência da máquina pública, infraestrutura, inovação, potencial de mercado, segurança pública, solidez fiscal, sustentabilidade ambiental e sustentabilidade social. Os pilares são compostos por 66 indicadores apurados por instituições de referência, como o IBGE, o Ipea (Instituto de Planejamento de Economia Aplicada, ligado ao Ministério do Planejamento) e a Secretaria do Tesouro Nacional.

**Figura 9 – Competitividade dos estados brasileiros.**



Fonte: Ranking de competitividade dos estados.

#### 2.4.1.1 Fábricas instaladas

Existem centenas de fábricas de matérias pré-moldados no estado da Paraíba, entretanto, na pesquisa de mercado realizada, nenhuma destas fabrica os painéis pré-moldados de concreto. Em sua grande maioria são fábricas de pequeno porte que produzem exclusivamente peças não estruturais e ornamentais, como por exemplo (pisos intertravados, cobogós, sarjeta, canaleta, blocos e etc.). Entretanto, existem algumas fábricas de postes, lajes alveolares e estruturas de concreto de grande porte.

Dentre as existentes podem-se citar como exemplo:

- i. **CENTRAL PREMOLDADOS** é uma fábrica localizada no município de Cabedelo e conta com a produção de: cortinas de contenção, estruturas de concreto, lajes alveolares, lajes treliçadas, lajes TT, bloco de alvenaria estrutural dentre outros;
- ii. **PARAÍBA BLOCOS E PISOS**, localizada no Distrito Industrial da Cidade de João Pessoa e tem como especialidade a produção de blocos de concreto para vedação e para alvenaria estrutural e blocos de piso intertravados;

- iii. INDUSTRIA DE PRÉ FABRICADOS ALFA LTDA, localizada no município de Bayeux, é especializada na fabricação de estruturas aporticadas de concreto para galpões e postes;
- iv. MÓDULO, localizada na cidade João Pessoa é especializada na fabricação de estruturas aporticadas para galpões comerciais;

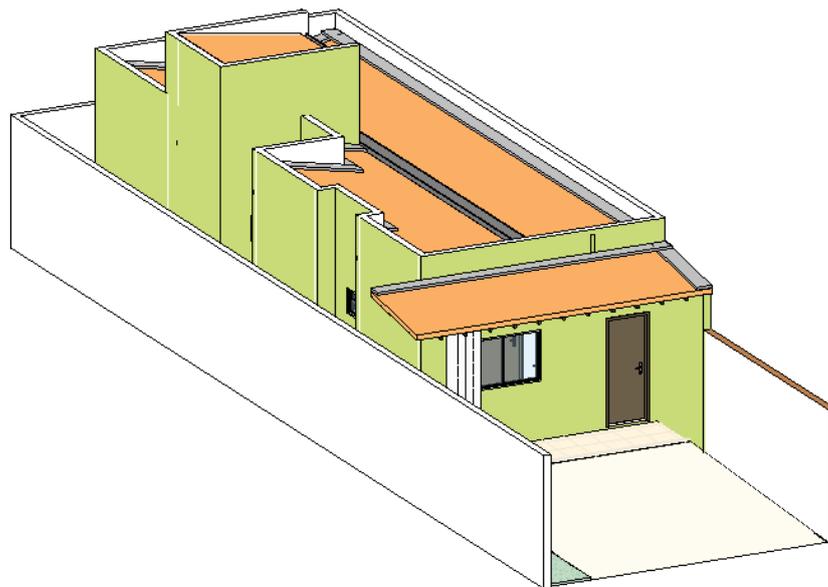
### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 DO PROJETO

O projeto apresentado neste trabalho foi cedido pela Empresa MVAC Empreendimentos LTDA. Trata-se de uma residência unifamiliar elaborada para um cliente cujo objetivo era obter o financiamento da construção pela CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.

Será construída no município de Patos-PB. Na figura 10 mostra-se uma perspectiva da residência, cujo terreno possui uma área total de 132,00m<sup>2</sup>, sendo 79,86m<sup>2</sup> de área construída.

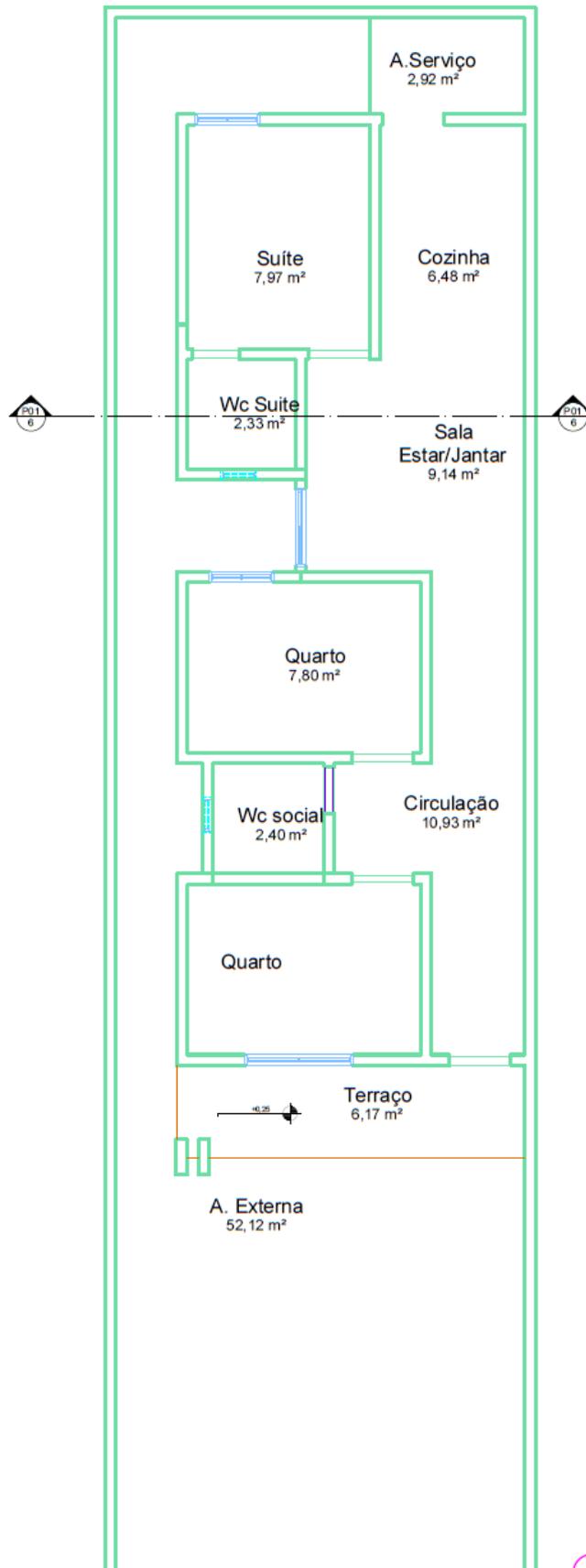
**Figura 10 - Maquete 3D da unidade habitacional**



Fonte: MVCA Empreendimentos

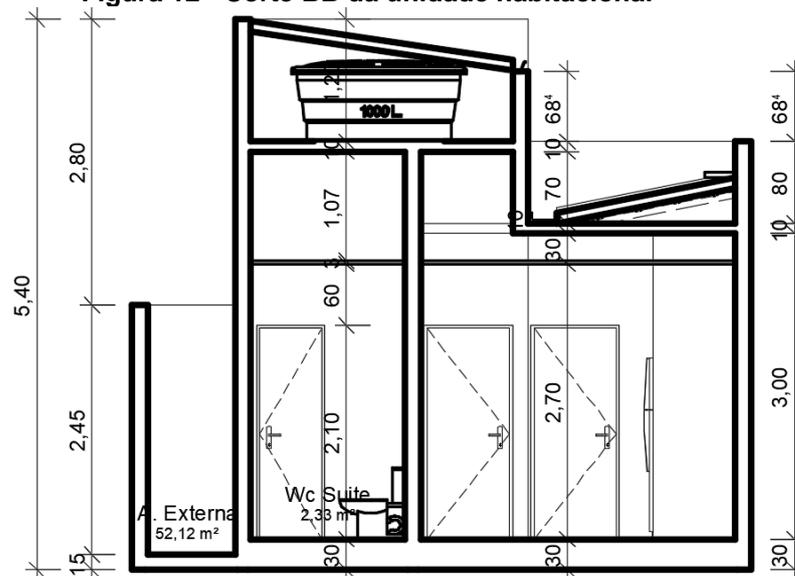
Nas figuras 11 e 12 são apresentados respectivamente a planta baixa e um corte da edificação, que possui três quartos, sendo uma suíte, e ainda conta com uma sala, cozinha, banheiro social, varanda e área de serviço, com áreas conforme especificados na figura 11.

Figura 11 - Planta baixa da unidade habitacional



Fonte: Adaptado de MVCA Empreendimentos

Figura 12 - Corte BB da unidade habitacional



Fonte: MVCA Empreendimentos

### 3.2 DA READEQUAÇÃO DO PROJETO

Apesar de não ter tido sua concepção pensada para a execução utilizando os painéis pré-moldados de concreto, a residência em questão possui modulação relativamente adequada. Foram necessários apenas pequenos ajustes (da ordem de 10 cm) a fim de reduzir os tipos de painéis necessários, facilitando assim a produção. Vale salientar que, devido ao fato dos painéis terem uma espessura 5 cm inferior ao do bloco cerâmico não houveram prejuízos quanto às áreas dos ambientes, que inclusive, em alguns casos, passaram a ser maiores devido a redução da espessura. Para a finalidade do estudo, as mudanças nas áreas foram consideradas insignificantes.

Na figura 13 apresenta-se a modulação da residência para o uso dos painéis pré-moldados de concreto. As placas foram numeradas em ordem aleatória, cada número representa tamanhos. Todas as placas (totalizando 42 placas de 15 tipos diferentes) referidas na figura 13 encontram-se detalhadas (dimensões e aberturas) no apêndice A deste documento.



### 3.3 DOS PAINÉIS DE CONCRETO

#### 3.3.1 Da geometria e do concreto

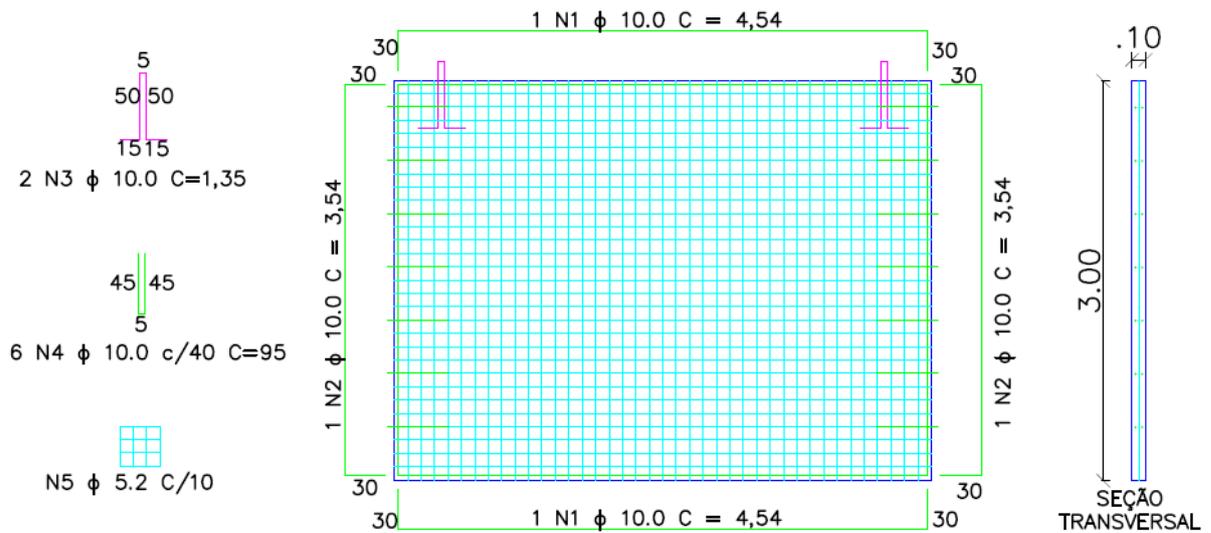
Segundo Silva (2011), os painéis estruturais devem ter seção de 10 cm de espessura e altura do tamanho do pé direito, quanto ao tamanho máximo das peças, não deve ser superior a 4 metros devido a necessidade de posicionamento das peças, pois, os equipamentos utilizados para a o posicionamento tem capacidade de carga limitados. Ainda segundo Silva (2011), o concreto a ser utilizado para a produção das peças deve ser auto adensável e com massa específica de  $2.250 \text{ kg/m}^3 (\pm 50)$  com resistência à compressão de 25 Mpa e consistência de no mínimo 600mm.

#### 3.3.2 Da armadura

Estabelecidas as características do concreto a ser utilizado nos painéis, buscou-se a quantidade de armadura necessária para a fabricação dos painéis que *apud* Junior (2016), considera que a armadura dos painéis deve ser composta por uma tela soldada Q246 ( $\emptyset$  5.6mm a cada 100mm), colocadas no eixo dos painéis. Além disso, devem ser posicionadas barras de aço de  $\emptyset$ 10mm em todo o perímetro do painel. Ao redor de cada abertura também são utilizadas barras de  $\emptyset$ 10mm que se prolongam em 350mm além do limite de cada lado da abertura.

Além da armadura supracitada, faz-se necessário também incluir armaduras para a ligação e o içamento dos painéis. Na figura 14 é apresentada a disposição da armadura da placa 01, as demais placas seguem a mesma lógica utilizada nesta.

Figura 14 - Detalhamento da Placa 01



Legenda.

N1 e N2 Armadura de contorno  $\phi$  10.0 C = 4,54

N3 Armadura de içamento

N4 Armadura de Soldagem

N5 Malha Q246 (5.2mm c/10)

Fonte: Autor.

Vale lembrar que este trabalho não tem como objetivo o dimensionamento das placas, mas sim, um levantamento dos custos e posterior comparação de uma habitação popular utilizando o sistema de painéis pré-moldados de concreto.

### 3.3.3 Da concretagem

Na Revista TECHENE foi possível encontrar o passo a passo para a execução dos painéis de concreto, e são conforme expostos a seguir:

1 - Primeiro é feita a limpeza e aplicação de desmoldante a base de olho mineral nas formas, em seguida é feito o posicionamento das armaduras e as tubulações de instalações, conforme demonstrado nas figuras 15 e 16.

**Figura 15 – Posicionamento das armaduras.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

**Figura 16 - Posicionamento das instalações.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

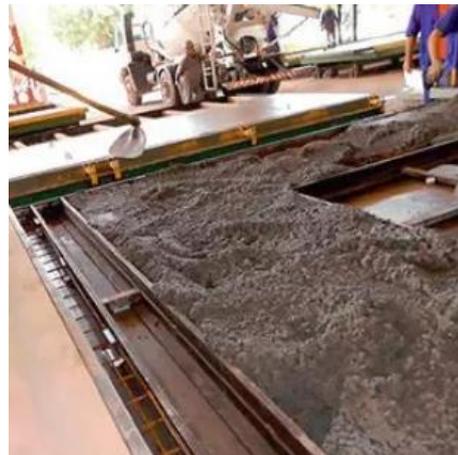
2 – O segundo passo é o lançamento e o espalhamento do concreto, conforme demonstrado nas figuras 17 e 18.

**Figura 17 - Lançamento do concreto.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

**Figura 18 Espalhamento do concreto.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

3 – Feito isso, faz-se o adensamento e o sarrafeamento do concreto, conforme mostrados nas figuras 19 e 20.

**Figura 19 - Adensamento do concreto.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

**Figura 20 - Sarrafeamento do concreto.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

4 – Por último são feitos o alisamento e o desempeno da superfície dos painéis, ilustrados nas figuras 21 e 22.

**Figura 21 - Regularização com régua.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

**Figura 22 - Desempenadeira metálica.**



Fonte: TÈCHNE (2016).

### 3.1 DO POSICIONAMENTO

O posicionamento dos painéis é feito com o auxílio de um caminhão MUNCK através dos ganchos previamente colocados, conforme exposto na figura 23.

**Figura 23 - Posicionamento dos painéis**

Fonte: PREMONTA, 2018.

### 3.2 DAS LIGAÇÕES

Segundo a DATec 07 *apud* Junior (2016), os painéis são montados sobre uma camada de argamassa para que a placa tenha um melhor assentamento sobre a estrutura de fundação escolhida. Para que a prumada seja garantida, as placas são provisoriamente sustentadas por escoras metálicas até que suas juntas sejam soldadas e grauteadas. Nas figuras 24 e 25 apresenta-se respectivamente a camada de argamassa utilizada e o escoramento requerido para a fase de posicionamento dos painéis.

**Figura 24 - Assentamento dos painéis.**

Fonte: DATEC 07 *apud* JUNIOR 2016.

**Figura 25 - Escoramento dos painéis**

Fonte: PREMONTA, 2018.

### 3.3 DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

#### 3.3.1 Custo da casa em alvenaria

Para o levantamento dos custos de uma unidade habitacional convencional, além do orçamento cedido pela MVCA Empreendimentos, optou-se também por utilizar o orçamento via Custo Unitário Básico (CUB) do SINDUSCON-JP para o mês de março de 2018.

##### i. Orçamento via SINAPI cedido pela empresa MVCA Empreendimentos:

**Tabela 2 - Orçamento detalhado: Alvenaria convencional.**

SERVIÇOS	Und	Qtd.	Custo (R\$)	Total (R\$)	Peso (%)
<b>SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>				<b>1.947,56</b>	<b>2,39</b>
Serv. técnicos , projetos, taxas, desp. inic., inst. provis., barracão, consumos e limpeza de obra	vb	1,00	1.947,56	1.947,56	100,00
<b>INFRAESTRUTURA</b>				<b>6.016,53</b>	<b>7,38</b>
Limpeza do terreno	m <sup>2</sup>	132,00	2,94	388,08	6,45
Escavações manuais	m <sup>3</sup>	28,70	52,5	1.507,28	25,05
Locação da obra	m <sup>2</sup>	132,00	4,50	594,00	9,87
Fundações superficiais	vb	1,00	2.292,45	2.292,45	38,10
Impermeabilização das fundações	vb	1,00	1234,2	1.234,72	20,52
<b>SUPRAESTRUTURA</b>				<b>12.313,54</b>	<b>15,10</b>
Concreto armado, inclusive forma	m <sup>3</sup>	11,80	781,22	9.179,34	74,55
Laje de fôrro	m <sup>2</sup>	58,30	53,76	3.134,21	25,45
<b>PAREDES E PAINEIS</b>				<b>7.156,26</b>	<b>8,77</b>
Alvenaria em tijolo furado	m <sup>2</sup>	187,90	31,03	6.705,83	93,71
Vergas e contravergas de concreto	m	20,20	19,39	450,43	6,29
<b>ESQUADRIAS</b>				<b>3.958,07</b>	<b>4,85</b>
Porta de entrada complete	conj	1,00	671,12	671,12	16,96
Portas internas complete	conj	6,00	331,01	1.986,06	50,18
Janelas	m <sup>2</sup>	3,10	356,26	1.111,53	28,08
Basculantes	m <sup>2</sup>	0,50	378,72	189,36	4,78
<b>VIDROS E PLÁSTICOS</b>				<b>511,79</b>	<b>0,63</b>
Lisos	m <sup>2</sup>	4,30	119,02	511,79	100,00
<b>COBERTURAS</b>				<b>5.361,87</b>	<b>6,57</b>
Estrutura para telhado	m <sup>2</sup>	49,70	49,89	2.852,04	53,19
Telhas	m <sup>2</sup>	49,70	18,54	1.059,87	19,77
Calhas e rufos	m	54,10	23,31	1.449,96	27,04
<b>IMPERMEABILIZAÇÕES</b>				<b>3.582,88</b>	<b>4,39</b>
Terraços e coberturas	m <sup>2</sup>	58,30	53,44	3.582,88	100,00
<b>REVESTIMENTOS INTERNOS</b>				<b>6.663,74</b>	<b>8,17</b>
Chapisco	m <sup>2</sup>	229,00	2,79	734,71	11,03

Emboço	m²	229,00	12,95	3.410,23	51,18
Reboco	m²	170,50	0,65	127,43	1,91
Cerâmica	m²	58,50	35,54	2.391,36	35,89
<b>FORROS</b>				<b>1.400,87</b>	<b>1,72</b>
Gesso	m²	54,90	25,54	1.400,87	100,00
<b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b>				<b>3.926,40</b>	<b>4,81</b>
Chapisco	m²	121,40	3,80	461,36	11,75
Emboço	m²	121,40	27,89	3.386,12	86,24
Reboco	m²	121,40	0,65	78,92	2,01
<b>PINTURA</b>				<b>5.202,30</b>	<b>6,38</b>
Emassamento	m²	291,90	9,89	2.886,79	55,49
Pintura interna	m²	170,50	6,99	1.191,66	22,91
Pintura externa	m²	121,40	7,56	917,86	17,64
Pintura sobre madeira	m²	16,70	12,35	206,00	3,96
<b>PISOS</b>				<b>6.972,49</b>	<b>8,55</b>
Contrapiso	m²	63,90	29,25	2.150,78	30,85
Cerâmica	m²	63,90	30,72	2.258,87	32,40
Piso em concreto intertravado	m²	44,40	50,17	2.562,83	36,76
<b>ACABAMENTOS</b>				<b>885,80</b>	<b>1,09</b>
Rodapés	m	81,90	9,83	885,80	100,00
<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS</b>				<b>3.760,66</b>	<b>4,61</b>
Tubulações e caixas nas lajes	vb	1,00	198,94	198,94	5,29
Tubulação e caixas nas alvenarias	vb	1,00	849,38	849,38	22,59
Enfição	vb	1,00	1.243,81	1.243,81	33,07
Quadros de distribuição	un	1,00	291,99	291,99	7,76
Tomadas, interruptores e disjuntores	vb	1,00	850,85	850,85	22,63
Quadro de entrada de energia	un	1,00	325,69	325,69	8,66
<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				<b>3.441,24</b>	<b>4,22</b>
Cavalete e hidrômetro	un	1,00	228,84	228,80	6,65
Tubulação de água fria	vb	1,00	2.133,55	2.133,55	62,00
Reservatório de água fria	un	1,00	1.078,88	1.078,88	31,35
<b>INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E PLUVIAIS</b>				<b>3.400,49</b>	<b>4,17</b>
Tubulação	vb	1,00	976,09	976,10	28,70
Caixas	un	5,00	94,49	472,45	13,89
Fossa Séptica	un	1,00	1.037,63	1.037,63	30,51
Sumidouro	un	1,00	914,31	914,31	26,89
<b>LOUÇAS E METAIS</b>				<b>3.377,99</b>	<b>4,14</b>
Vasos sanitários	un	2,00	337,98	675,96	20,01
Lavatórios	un	2,00	223,76	447,52	13,25
Bancada banheiro	un	2,00	244,95	489,90	14,50
Tanque	un	1,00	511,37	511,37	15,14
Torneiras e registros	un	6,00	67,48	404,88	11,99
Bancada cozinha	un	1,00	717,22	717,22	21,23
Chuveiros	un	2,00	65,57	131,14	3,88
<b>COMPLEMENTOS</b>				<b>175,53</b>	<b>0,22</b>
Limpeza final e calafetes	m²	87,30	2,01	175,53	100,00

<b>OUTROS SERVIÇOS</b>				<b>1.500,00</b>	<b>1,84</b>
Ligações e Habite-se	un	1,00	15,00	1.500,00	100,00
			<b>TOTAL</b>	<b>81.556,01</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autor.

- ii. Orçamento via SINDUCON-JP: considerando como referência o mês de março de 2018 e uma área construída de 78,76 m<sup>2</sup>, obteve-se o custo de uma unidade habitacional para três padrões residenciais. O resultado encontra-se apresentado na tabela 3.

**Tabela 3 - CUB de março de 2018.**

Custo de uma unidade Habitacional – CUB				
Área (m <sup>2</sup> )	Padrão	Preço (R\$/m <sup>2</sup> )		Total (R\$)
<b>78.76</b>	PIS*	Onerado	716,82	56.456,74
		Desonerado	671,87	52.916,48
	R1*	Onerado	1.093,65	86.135,87
		Desonerado	1.027,66	8.0938,5
	RP1Q*	Onerado	1.153,85	90.877,23
		Desonerado	1.065,80	83.942,41

Fonte: Autor.

\*PIS: Projeto de Interesse Social; R1: Residência Unifamiliar; RP1Q: Residência Popular

### 3.3.2 Casa em painéis de concreto

Definidos os painéis que comporão o projeto e as características construtivas é possível fazer um levantamento de todos os materiais utilizados para execução das mesmas. Com o auxílio do programa AutoCad, fez-se levantamento das áreas, dos perímetros e das aberturas de todos os painéis, e conseqüentemente obtiveram-se:

- i. A quantidade da malha de aço Q246, pois é justamente o somatório das áreas dos painéis;
- ii. O volume de concreto, multiplicando a área total pela espessura dos painéis.;
- iii. A quantidade de aço  $\Phi$  10 mm necessário para as armaduras de soldagem;
- iv. A quantidade de aço necessário  $\Phi$  10 mm necessário para a armadura de içamento;
- v. A quantidade de aço  $\Phi$  10 mm necessário para as bordas;
- vi. A quantidade de aço  $\Phi$  10 mm para o contorno das aberturas

As quantidades obtidas de aço e concreto encontram-se resumidamente apresentadas nas tabelas 4 e 5:

**Tabela 4 - Resumo dos materiais dos painéis.**

<b>Resumo de aço</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Bitola</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Und</b>	<b>Peso + 10% (KG)</b>
Malha Nervurada Q246	5	260,24	m <sup>2</sup>	1.119,86
Barras de Contorno	10	514,52	m	349,20
Barras de Soldagem	10	651,70	m	442,31
Barras de Içamento	10	132,30	m	89,79
			<b>Total</b>	<b>2001,16</b>

Fonte: Autor.

**Tabela 5 - Resumo de concreto.**

<b>Resumo de Concreto</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Quantidade (m<sup>3</sup>)</b>
Painéis	26,60

Fonte: Autor.

Fazendo a relação entre o consumo de aço e concreto, encontra-se um consumo de aproximadamente 75 kg/m<sup>3</sup>, que, segundo Botelho (2004) pode ser considerada uma estrutura leve, pois seu consumo de aço é inferior a 100kg/m<sup>3</sup> de concreto.

### 3.3.2.1 Da composição unitária do serviço

Como a tabela SINAPI mais atual (Março/18) da CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, utilizada como base para levantamento dos custos dos insumos e da mão de obra, não possui nenhuma composição que trate exclusivamente da execução de painéis pré-moldados de concreto, fez-se necessário adaptar outras composições e coletar preços de mercado para só então obter uma estimativa de custo para o determinado sistema.

Das considerações feitas sobre a SINAPI:

- i. Na composição do preço não foi considerado o custo das fôrmas, pois, fábricas de painéis geralmente possuem mesas metálicas com a que é apresentada na figura \_\_\_ e módulos de portas e janelas. Portanto, considerou-se que esse custo estaria incluso nos custos de montagem da fábrica e não dos painéis;

A composição do custo unitário para a execução da parede de painéis pré-moldado de concreto encontra-se detalhada na tabela 6:

**Tabela 6 - Composição de custos de execução dos painéis.**

Composição para fabricação dos painéis de concreto							
Descrição	Itens	Código	Descrição do item	Und	R\$/ Unit	Unid Ref.	Total R\$
<b>Formas</b>	Insumo	S - 39397	Desmoldante para formas metálicas a base de óleo vegetal	L	14,81	m	0,49
	Comp.	S - 88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	16,60	m <sup>2</sup>	6,27
	Comp.	S - 88316	Servente com encargos complementares	H	13,13	m <sup>2</sup>	3,57
<b>Armadura</b>	Insumo	**	Tela soldada nervurada Q246	Und	345,00	m <sup>2</sup>	23,47
	Comp.	S - 90000	Armação de verga e contraverga de alvenaria estrutural; Diâmetro de 10mm. AF_01/2015	KG	7,22	m	4,45
<b>Concretagem</b>	Comp.	S - 34872	Concreto autoadensável classe de resistência C25, espalhamento SF2, incluindo serviço de bombeamento (NBR 15823)	m <sup>3</sup>	305,26	m <sup>3</sup>	305,26
	Comp.	S - 88309	Pedreiro com encargos complementares	H	16,71	m <sup>3</sup>	5,02
	Comp.	S - 88316	Serventes com encargos complementares	H	13,13	m <sup>3</sup>	5,93

Fonte: Autor.

Como nem todos os materiais na composição estão listados por m<sup>3</sup>, para se chegar a um valor por m<sup>3</sup> de concreto, multiplicou-se o valor unitário dos itens da composição pelas respectivas quantidades, em que obtiveram-se os resultados conforme apresentado na tabela 7:

**Tabela 7 - Custo total dos painéis**

Descrição do item	Und	R\$/ Unit	Unid Ref.	Custo	Qtd	Custo total (R\$)
Desmoldante para formas metálicas a base de óleo vegetal	l	14,81	m <sup>2</sup>	0,49	260,24	127,52
Carpinteiro de formas com encargos complementares	H	16,60	m <sup>2</sup>	6,27	260,24	1.631,70
Servente com encargos comple.	h	13,13	m <sup>2</sup>	3,57	260,24	929,06
Tela soldada nervurada Q246	Und	345,00	m <sup>2</sup>	23,47	286,24	6.718,05
Armação de verga e contraverga de alvenaria estrutural; Diâmetro de 10mm. AF_01/2015	kg	7,22	M	4.454,74	123,4	5.497,15
Concreto autoadensável classe de resistência C25, espalhamento SF2, incluindo serviço de bombeamento (NBR 15823)	m <sup>3</sup>	305,26	m <sup>3</sup>	305,26	28,62	8.736,54
Pedreiro com encargos complementares	h	16,71	m <sup>3</sup>	5,02	28,62	143,67
Servente com encargos complementares	h	13,13	m <sup>3</sup>	5,93	28,62	169,72
					<b>Total</b>	<b>23.953,41</b>

Fonte: Autor.

Tendo o custo total para a fabricação dos painéis, dividiu-se esse valor pela quantidade (26,60) de m<sup>3</sup> de concreto necessários, obtendo assim o valor de **R\$ 836,95** por m<sup>3</sup>.

No orçamento geral devem-se considerar ainda, os custos com transporte e posicionamento dos painéis. Neste caso, o custo com transporte depende da quantidade de peças e da distância da fábrica até o local da obra. Por ser um fator muito variável, optou-se por não o considerar. Já o custo com içamento e posicionamento dos painéis é fixo e depende apenas da quantidade de dias para montagem, a composição unitária deste serviço encontra-se demonstrada na tabela 8:

**Tabela 8 - Preço do serviço de içamento.**

Serviços necessários							
Descrição	Itens	Código	Descrição do item	Und	R\$/ Unit	Unid Ref.	Total
Içamento dos painéis	Comp.	93402	Guindaste Hidráulico, capacidade máxima de carga de 3300 kg, momento máximo de carga de 5,8Tfm, alcance máximo horizontal 7,6m, inclusive caminhão toco PBT 16.000, 189CV CHP DIURNO. AF_03/2016	H	123,11	H	123,11

Fonte: Autor.

Para calcular o custo de produção de uma unidade habitacional utilizando o sistema de painéis pré-moldados de concreto, utilizou-se como base um orçamento da MVCA Empreendimentos, que, devido a mudança no sistema de vedação/estrutural sofreu modificação nos custos dos seguintes serviços:

- i. **Supraestrutura:** o custo dos pilares foi subtraído devido ao fato de não serem mais necessários.
- ii. **Paredes e painéis:** o custo com alvenaria em tijolos foi reduzido (não sendo excluído por completo devido à execução da platibanda), o custo com vergas e contra vergas foram excluídos e o custo dos painéis de concreto foi adicionado;
- iii. **Revestimentos internos:** o custo com chapisco, reboco e emboço foram subtraídos;
- iv. **Revestimentos externos:** o custo com chapisco, reboco e emboço foi reduzido, não sendo possível excluí-los por completo por que optou-se por

continuar considerando que a platibanda seria executada em alvenaria convencional

- v. **Pintura:** houve redução no gasto com emassamento, tendo em vista que os painéis já têm características de acabamento final.

Por outro lado, os demais serviços permaneceram com seus custos inalterados pois a mudança no sistema vedação/estrutural não provocaria alterações significativas em suas quantidades ou execuções, pois, dos serviços contemplados na tabela 2 deste documento, fizeram-se as seguintes considerações:

- i. **Serviços preliminares e gerais:** Os serviços que compõem este item independem do sistema vedação/estrutural utilizado;
- ii. **Infraestrutura:** Os serviços que compõem este item podem ser usados em ambos os casos. A fundação em pedra argamassada também consegue suportar as paredes de painéis pré-moldados, tendo em vista que, conforme exposto na tabela 9, a carga por metro linear da parede de painéis de concreto é muito similar ao peso da parede convencional:

**Tabela 9 - Peso das paredes e painéis**

<b>Parede</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Espessura</b>	<b>Altura</b>	<b>kg/m</b>
Alvenaria	1.500,00	0,15	3,00	675,00
Painéis	2.500,00	0,10	3,00	750,00

Fonte: Autor.

- iii. **Esquadrias:** Os serviços que compõem este item independem do sistema vedação/estrutural utilizado, podendo inclusive haver uma pequena redução do preço do serviço tendo em vista que os contramarcos podem ser colocados durante a fase de concretagem dos painéis;
- iv. **Vidros e plásticos:** Os serviços que compõem este item independe do sistema vedação/estrutural utilizado, desde que a arquitetura permaneça inalterada;
- v. **Cobertura:** A mesma cobertura que seria usada para a casa em alvenaria convencional pode ser utilizada para a casa em painéis de concreto;
- vi. **Impermeabilização:** Deve ser feita independente do sistema de vedação/estrutura adotado, sendo, portanto, necessário em ambos os casos;
- vii. **Forros:** Deve ser feita independente do sistema de vedação adotado, sendo, portanto, necessário em ambos os casos;

- viii. **Pisos:** Deve ser feita independente do sistema de vedação adotado, sendo, portanto, necessário em ambos os casos;
- ix. **Acabamentos:** Deve ser feita independente do sistema de vedação adotado, sendo, portanto, necessário em ambos os casos;
- x. **Instalações elétricas e telefônicas:** Os eletrodutos podem ser posicionados durante a fase de concretagem dos painéis, o que, inclusive poderia gerar economia no corte das paredes para posicionamento dos eletrodutos, entretanto, *in loco* seria necessário o trabalho do eletricitista;
- xi. **Instalações Hidráulicas:** São posicionados na fase de concretagem dos painéis, o que, inclusive poderia gerar economia no corte das paredes e no posicionamento das tubulações;
- xii. **Instalações de Esgoto e águas pluviais:** São posicionados na fase de concretagem dos painéis, o que, inclusive poderia gerar economia no corte das paredes e no posicionamento das tubulações;
- xiii. **Louças e metais:** Os serviços que compõem este item independe do sistema vedação/estrutural utilizado, desde que a arquitetura permaneça inalterada;
- xiv. **Complementos:** Os serviços que compõem este item independem do sistema vedação/estrutural utilizado, desde que a arquitetura permaneça inalterada;
- xv. **Outros Serviços:** Os serviços que compõem este item independem do sistema vedação/estrutural utilizado, desde que a arquitetura permaneça inalterada;

Cabe ressalva apenas para os serviços de instalações elétricas e hidrossanitárias, que, sofreriam alterações nos custos, pois, nos painéis sua execução é feita antes da concretagem, podendo assim, reduzir os custos com corte de parede para posicionamento das tubulações. Todavia, devido ao fato das composições dos serviços não terem sido repassadas, optou-se por mantê-los inalterados.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 DA CAPACIDADE DA INDÚSTRIA PARAIBANA

Através de contato com o CREA-PB e o SINDUSCON-PB, tentou-se fazer um levantamento da quantidade de fábricas de pré-moldados e os respectivos produtos oferecidos por estas, todavia, não houve retorno por parte das entidades consultadas. O objetivo era avaliar a divisão da indústria de pré-moldados; que parcela trabalha exclusivamente com peças ornamentais e qual trabalha com peças estruturais.

Como não existiam dados estatísticos sobre a divisão das empresas no setor de pré-moldados no estado da Paraíba, optou-se por verificar através de pesquisas na internet. Todas essas indicaram que a maioria das fábricas de pré-moldados que existem no estado da Paraíba são de pequeno porte e trabalham exclusivamente com peças não estruturais.

A pesquisa mostrou também que a Paraíba é um dos melhores estados brasileiros para se investir, tanto por sua infraestrutura quanto por sua posição geográfica estratégica que permite fácil escoamento da produção para outros grandes centros urbanos, como por exemplo, Recife, Natal e Fortaleza. Além disso, o principal material utilizado na produção dos painéis é facilmente encontrando na Paraíba, inclusive dispondo de 5 fábricas que respondem por uma parcela significativa na produção nacional de cimento, o que coloca o estado como o segundo maior produtor do país.

No entanto, para implantação de uma fábrica de pré-moldados deve-se analisar com cuidado a microrregião na qual será inserida, pois, em determinadas épocas do ano, há escassez de água, fato esse, que compromete a produção contínua das peças e conseqüentemente pode inviabilizar sua implantação.

### 4.2 DA IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO

Conforme demonstrado no presente trabalho, o déficit habitacional é uma realidade e causa diversos impactos negativos na vida dos cidadãos. Seja de forma

direta, afetando quem não possui moradia, seja de forma indireta, afetando as cidades como um todo. Saúde, segurança, educação, todas estas áreas são interligadas à habitação e apesar de ser difícil quantificar de forma precisa, os impactos que a falta de moradias causam são perceptíveis, basta que se reflita sobre a situação dos aglomerados subnormais, onde, talvez encontremos a expressão máxima destes impactos.

Além disso, seus produtos são de alto valor agregado e que, quanto menores os custos de produção, maiores serão as chances de que o cidadão comum consiga adquirir seus imóveis sem a intervenção do governo. Entretanto, cabe salientar que, em vários países do mundo, principalmente nos países em desenvolvimento a atuação do governo é fundamental para permitir que as camadas mais pobres tenham acesso a uma moradia digna e barata.

Neste contexto, a inovação torna-se necessária, pois, a industrialização do setor acaba por torná-lo mais eficiente, reduzindo custos, tempo de serviço e conseqüentemente o custo final da obra. Tornando assim, os pré-moldados um dos sistemas com maior potência para a auxiliar na redução do déficit habitacional.

#### 4.3 DO USO DE PAINÉIS PARA UNIDADE UNIFAMILIARES

Observa-se que o mercado local não tem em sua cultura a utilização de painéis de concreto pré-moldado para a construção de unidades habitacionais unifamiliares, entretanto, foi possível observar que existem alguns empreendimentos executados com uma tecnologia similar, as paredes de concreto moldado *in loco*, método que possui muitas semelhanças com os painéis de concreto pré-moldado.

#### 4.4 DO CUSTO DA CASA EM PAINÉIS DE CONCRETO

Após as devidas considerações, o custo final para cada um dos modelos construtivos comparados (alvenaria de bloco cerâmico e painéis de concreto pré-moldados, são conforme exposto na tabela 10:

Tabela 10 - Custo dos serviços para os dois sistemas

SERVIÇO	Custo (R\$)	
	Alvenaria	Painéis
Serviços preliminares e gerais	1.947,56	1.947,56
Infra-estrutura	6.016,53	6.016,53
Supra-estrutura	12.313,54	3.134,21
Paredes e painéis	7.156,26	23.396,69
Esquadrias	3.958,07	3.958,07
Vidros e plásticos	511,79	511,79
Coberturas	5.361,87	5.361,87
Impermeabilizações	3.582,88	3.582,88
Revestimentos internos	6.663,74	2.079,45
Forros	1.400,87	1.400,87
Revestimentos externos	3.926,40	1.164,24
Pintura	5.202,30	2.671,55
Pisos	6.972,49	6.972,49
Acabamentos	885,80	885,80
Instalações elétricas e telefônicas	3.760,66	3.760,66
Instalações hidráulicas	3.441,24	3.441,24
Instalações de esgoto e águas pluviais	3.400,49	3.400,49
Louças e metais	3.377,99	3.377,99
Complementos	175,53	175,53
Outros serviços	1.500,00	1.500,00
	81.556,01	78.739,90

Fonte: Autor

A tabela 10 evidencia que, a utilização dos painéis pré-moldados tornou o projeto mais econômico. Enquanto o custo convencional, considerando apenas os serviços que sofreriam alguma alteração pela troca do sistema de vedação/estrutural foi de R\$ 35.262,30 , os mesmos 5 serviços passaram a custar R\$ 32.446,10 , o que gerou uma economia de R\$ 2.816,16 , gerando uma economia de aproximadamente 7,98%.

Com exceção dos serviços de i – supraestrutura; II – paredes e painéis; III – Revestimentos Internos; IV – Revestimentos externos e; V – Pintura; pelas considerações feitas, nenhum dos demais serviços sofreriam alterações no seu custo, sendo assim, basta que se compare o custo final destes serviços para verificar o peso de cada um destes na variação do preço final da unidade habitacional.

Na tabela 9 encontram-se detalhados apenas os serviços que sofreram variação no custo:

Tabela 11 - Orçamento detalhado adaptado ao uso de painéis.

SERVIÇO	Und	Alven	Painéis	Custo Unit.	Alven	Painéis	Δ R\$	Δ %
		Qtd.	Qtd		Total			
<b>SUPRAESTRUTURA</b>					<b>12.313,54</b>	<b>3.134,21</b>	<b>-9.179,34</b>	<b>-392,88</b>
Concreto armado, inclusive forma	m <sup>3</sup>	11,80	0,00	781,22	9.179,34	0.00	**	**
Laje de fôrro	m <sup>2</sup>	58,30	58,30	53,76	3.134,21	3.134,21	**	**
<b>PAREDES E PAINEIS</b>					<b>7.156,26</b>	<b>23.396,69</b>	<b>16.240,43</b>	<b>30,59</b>
Alvenaria em tijolo furado	m <sup>2</sup>	187,90	36,00	31,03	6.705,83	1.117,08	**	**
Vergas e contravergas de concreto	m	20,20	0.00	19,39	450,43	0.00	**	**
Painéis	m	0,00	26,60	836,95	450,43	22.279,61	**	**
<b>REVESTIMENTOS INTERNOS</b>					<b>6.663,74</b>	<b>2.079,45</b>	<b>-4.584,30</b>	<b>-320,46</b>
Chapisco	m <sup>2</sup>	229,00	0,00	2,79	734,71	0.00	**	**
Emboço	m <sup>2</sup>	229,00	0,00	12,95	3.410,23	0.00	**	**
Reboco	m <sup>2</sup>	170,50	0,00	0,65	127,43	0.00	**	**
Cerâmica	m <sup>2</sup>	58,50	58,50	35,54	2.391,36	2.079,45	**	**
<b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b>					<b>3926,40</b>	<b>1.164,24</b>	<b>-2.762,16</b>	<b>-337,25</b>
Chapisco	m <sup>2</sup>	121,40	36,00	3,8	461,36	136,80	**	**
Emboço	m <sup>2</sup>	121,40	36,00	27,89	3.386,12	1.004,04	**	**
Reboco	m <sup>2</sup>	121,40	36,00	0,65	78,92	23,40	**	**
<b>PINTURA</b>					<b>5.202,30</b>	<b>2.671,55</b>	<b>-2.530,75</b>	<b>194,73</b>
Emassamento	m <sup>2</sup>	291,90	36,00	9,89	2.886,79	356,04	**	**
Pintura interna	m <sup>2</sup>	170,50	170,50	6,99	1.191,66	1.191,66	**	**
Pintura externa	m <sup>2</sup>	121,40	121,40	7,56	917,86	917,86	**	**
Pintura sobre madeira	m <sup>2</sup>	16,70	16,70	12,35	206,00	206,00	**	**
<b>Total</b>					<b>35.262,30</b>	<b>32.446,10</b>	<b>-2.816,16</b>	<b>-7,98</b>

Fonte: Autor.

Quando se analisa o custo total da unidade habitacional considerando todos os serviços, em termos brutos a economia é a mesma R\$ 2.816,16, passando de R\$ 81.556,01 com uso de bloco cerâmico, para R\$ 78.739,85 com a utilização dos painéis pré-moldados, conforme demonstrado na tabela 11. Entretanto, em termos relativos esse valor representa uma redução de 3,46% no custo total dos serviços, mas ainda assim é uma economia considerável para o construtor.

O primeiro e mais importante fato a se constatar é que as modificações causadas pelo uso de painéis de concreto tornaram o projeto mais barato do que ao utilizar o método convencional em bloco cerâmico. Com uma análise mais criteriosa é possível perceber onde se deram as economias e como as mudanças impactaram no preço final.

- No serviço de Supraestrutura a necessidade de pilares excluída causando uma economia de R\$ 9.179,34 mil reais;
- Por outro lado, o custo com o item paredes e painéis mais que triplicou, passando de 7.156,26 para 23.396,69;
- No serviço de revestimento interno foram excluídos todos os custos com chapisco, reboco e emboço e isso causou uma economia de R\$ 4.584,30;
- Para o revestimento externo, como não foi possível eliminar todas as paredes de alvenaria convencional, não houve uma exclusão do custo e sim uma redução. De um custo inicial de R\$ 3.926,40 passou a custar R\$ 1.164,24, o que gerou uma economia de R\$ 2.762,16;
- Para o serviço de pintura houve uma redução na área de emassamento devido ao uso dos painéis, que, de forma análoga ao que aconteceu no revestimento externo, não pôde ser excluída pelo fato de ainda haver uma parte feita em alvenaria convencional.

Se for comparado o custo por (79,86) m<sup>2</sup> de habitação, o resultado mostra que o valor passa de R\$ 1.021,25 com uso de alvenaria de bloco cerâmico para R\$ 985,97, variação de 3,46%.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisar novas tecnologias e avaliar a viabilidade econômica no emprego de uma determinada técnica é de fundamental importância para a engenharia. Mesmo que existam todos os recursos necessários para a execução, comparar os resultados de dois ou mais sistemas construtivos é sempre a solução mais acertada, pois garante o uso daquele que for mais viável dentre as disponíveis.

Apesar de ser pouco difundido no estado da Paraíba o sistema pré-moldados é viável e deveria ser melhor aproveitado pelas construtoras locais, seja para a construção de grandes empreendimentos ou para a construção de unidades habitacionais unifamiliares. Além disso, o estado é detentor de diversas características que favorecem o uso da tecnologia, dentre estas, vasta oferta de matéria prima e boa capacidade logística, técnica e operacional. Os entraves para a difusão da técnica parecem estar relacionados a popularização do método, o que pode ser facilmente revertido com um pouco de empenho dos conselhos, dos sindicatos e das associações da indústria da construção.

Do estudo de caso, pode-se concluir que, há viabilidade econômica e que mesmo o projeto original não tendo sido pensado para a utilização de pré-moldados, os custos ficaram abaixo do convencional, mas, vale ressaltar que não foram considerados os custos com fôrma, pois, considerou-se que a fábrica onde os painéis seriam fabricados já existia e detinha os equipamentos necessários para a produção. Sem esquecer, no entanto, que, quando são empregados conceitos como repetitividade na produção das peças o custo benefício se eleva ainda mais, pois, para a produção de pré-moldados existe um custo fixo inicial maior que o convencional, entretanto, a medida que a repetitividade aumenta, os custos variam pouco e tendem a se estabilizar muito mais rápido do que no modelo tradicional.

Por fim, ressaltar a importância da academia, em pesquisar, comparar e difundir os resultados obtidos em trabalhos como este e muitos outros que virão; e lembrar que é aqui que se fundam as bases para a construção civil de amanhã, pois também aqui que se formam os futuros Engenheiros Civis do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Meteorologia – Chuvas: Série história 2012 à 2017** – 2018. Link de acesso: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>

ALBERNAZ, M. P. **Dicionário Ilustrado de Arquitetura**. 2000. Editora: PRO, São Paulo.

ALMEIDA 1984 – ALMEIDA, R. **A importância da Avaliação de Desempenho e o Controle de Qualidade**. Construção São Paulo, Suplemento PINI Sistemas Construtivos. p. 6-7. São Paulo, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC). 1980. **A história dos pré-fabricados e sua evolução no Brasil**. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC) 2018. **Histórico**. Disponível em: <<http://site.abcic.org.br/index.php/historico>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT.ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-2: Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.055: Paredes de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado, eu te amo**, Vol. II, São Paulo, Edgard Blucher, 2004.

BRUNA, P. **Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento - EDUSP/Perspectiva**, Coleção Debates, número 135, São Paulo, 1976.

BRUMATTI, D. O. **Uso de Pré-Moldado – Estudo e Viabilidade**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

CERÁVOLO, F. **A Pré-Fabricação em Concreto Armado Aplicada a Conjuntos Habitacionais no Brasil: O caso do “Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães Prado”**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CAMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Banco de dados – Cimento. Consumo Anual de cimento**. 2018. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

MARIANE, A. CONSTRUÇÃO E MERCADO. **Construtora opta por pré-moldados e economiza 6,22% na execução da estrutura de um shopping em Goiânia**. Ed. 163. Fev. 2015. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/163/artigo337995-1.aspx>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

DECOURT, A. **Foi um Rio que passou**. 2014. Disponível em: <<http://www.rioquepassou.com.br/2004/07/01/historia-do-jockey-ix/>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual da Base Territorial**. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, F. B. **Painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes.** TECHNE. Ed. 180, Dezembro de 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/180/artigo286898-1.aspx>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

GOVERNO DA PARAÍBA. **Com 5 novas fábricas, Paraíba será 2º maior produtor de cimento do país.** Disponível em: <<http://paraiba.pb.gov.br/com-cinco-novas-fabricas-paraiba-sera-2o-maior-produtor-de-cimento-do-pais/>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

FETZ. **As vantagens do uso das estruturas pré-moldadas.** 2018. Disponível em: <<http://fetz.com.br/tecnicas-de-construcao/vantagens-uso-das-estruturas-pre-moldadas/>> Acesso em: 12 jun. 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil – 2015.** Belo Horizonte, 2017.

JUNIOR, D. W.; TARARI, L. **Proposta Para Projeto de Residência Unifamiliar Padrão CAHAPAR MBP43 Adaptada ao Uso de Painéis Pré-Fabricados de Concreto Armado.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016

LOTURGO, B. **Produtividade na Construção Civil: O que é e como medir.** SIENGE, 2017. Disponível em: <<http://site.abcic.org.br/index.php/historico>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

OLIVEIRA, L.A. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios.** 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, A. L. **Como construir: painéis pré-moldados maciços de concreto armado para paredes.** TÉCHNE. 2016. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/07/como-construir-paineis-pre-moldados-macicos-de-concreto-armado-para-paredes/>>. Acesso em 27 mai. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 1948

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

SALAS, S. J. **Construção Industrializada: pré-fabricação**. São Paulo: Instituto de pesquisas tecnológicas, 1988.

SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. A.; PIGOZZO, B. N. **Evolução dos pré-fabricados de concreto**. In: I Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado. São Carlos, SP, 2005.

SINDICATO DA INDUSTRIA E DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE JOÃO PESSOA – SINDUSCON. **Mão de obra continua a representar a maior parte do custo do empreendimento**. 2018. Disponível em: <<http://www.sindusconjp.com.br/comunicacao/2016/09/13/681927-Mao-de-obra-continua-a-representar-a-maior-parte-do-custo-num-empreendimento>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

SINDICATO DA INDUSTRIA E DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE JOÃO PESSOA. **CUB**. 2018. Disponível em: <<http://www.sindusconjp.com.br/servicos/cub>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

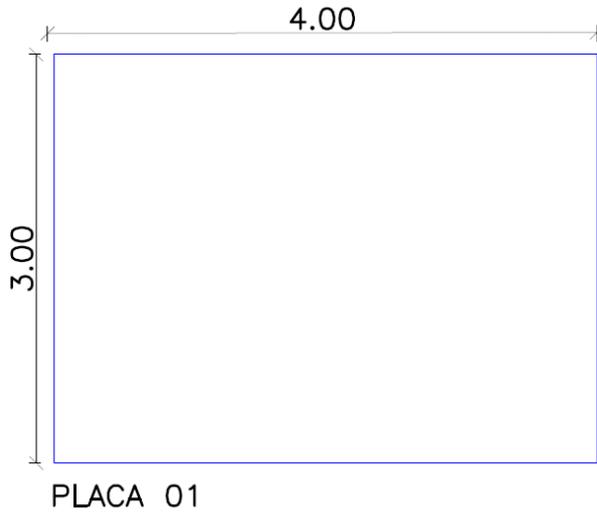
VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo. 2002.

WRI BRASIL. **1,2 bilhão de pessoas vivem sem acesso a habitação de qualidade nas cidades**. 2017. Disponível em: <<http://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/07/12-bilh%C3%A3o-de-pessoas-vivem-sem-acesso-%C3%A0-habita%C3%A7%C3%A3o-de-qualidade-nas-cidades>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

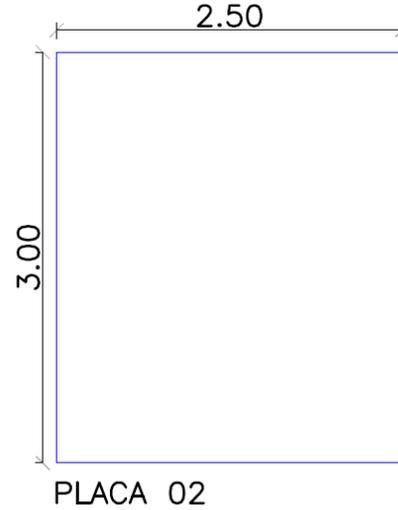
## APÊNDICE

### APÊNDICE A – PAINÉIS DE CONCRETO

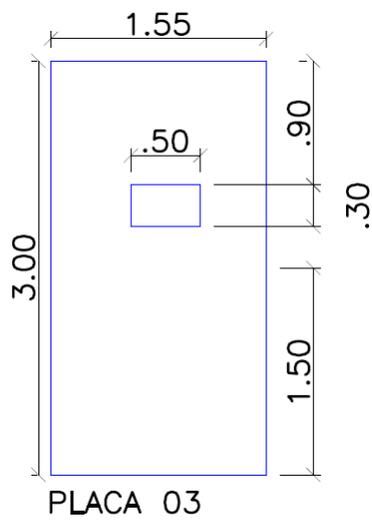
**Figura A- 1 - Placa 01.**



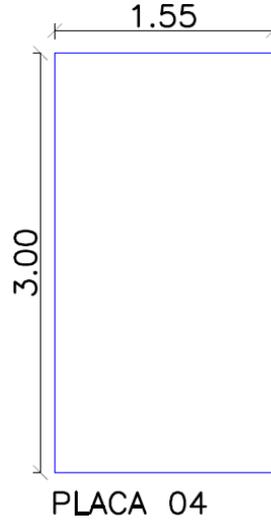
**Figura A- 2 - Placa 02.**



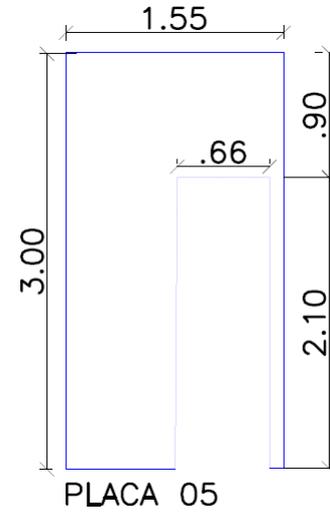
**Figura A- 3 - Placa 03.**



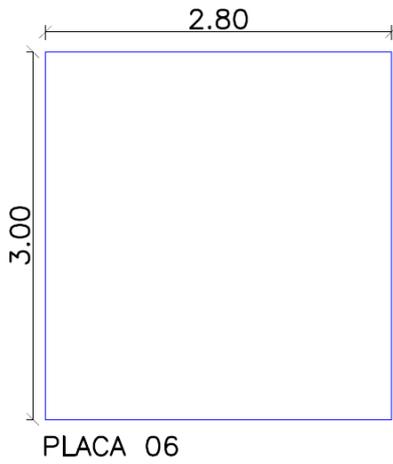
**Figura A- 4 - Placa 04.**



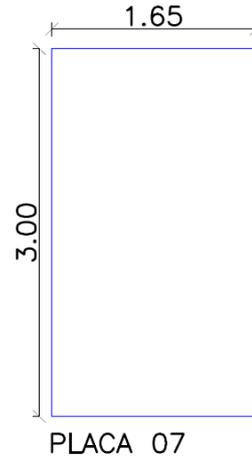
**Figura A- 5 - Placa 05.**



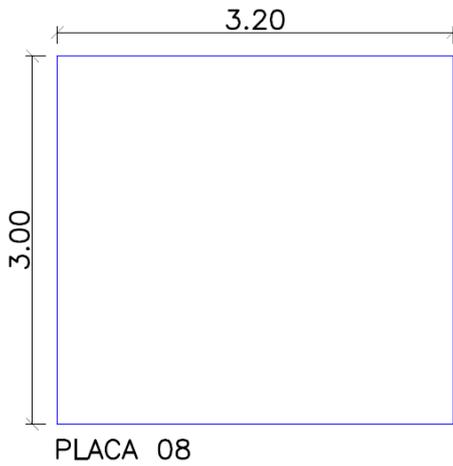
**Figura A- 6 - Placa 06.**



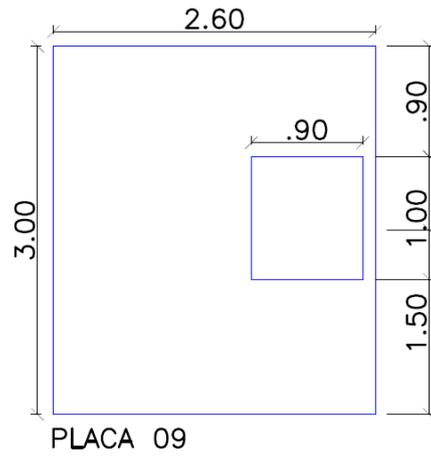
**Figura A- 7 - Placa 07.**



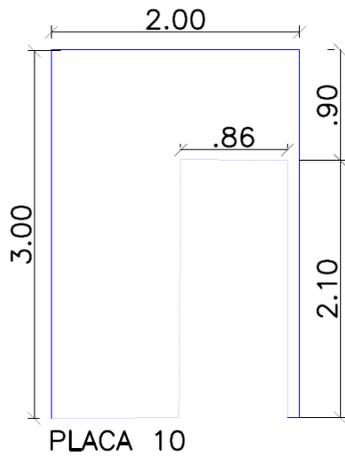
**Figura A- 8 - Placa 08.**



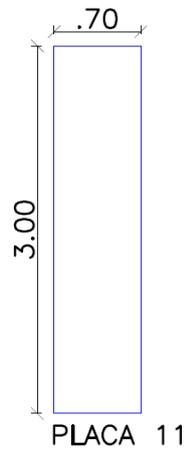
**Figura A- 9 - Placa 09.**



**Figura A- 10 - Placa 10.**



**Figura A- 11 - Placa 11.**



**Figura A- 12 - Placa 12.**

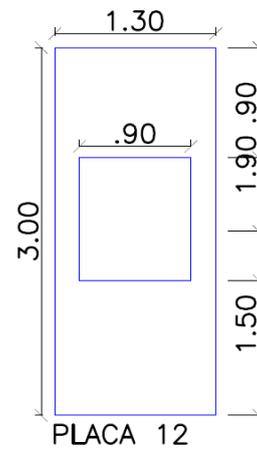


Figura A- 13 - Placa 13.

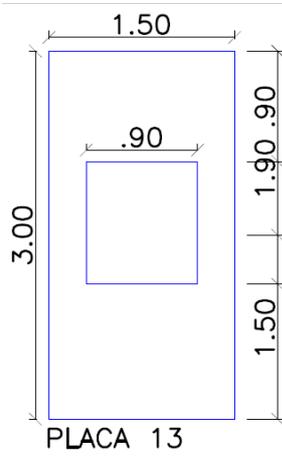


Figura A- 14 - Placa 14.

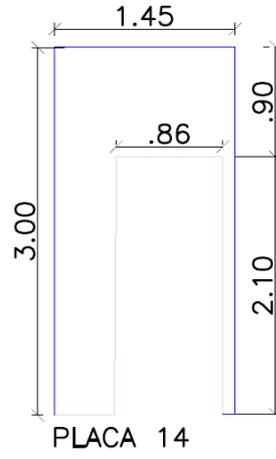


Figura A- 15 - Placa 15.

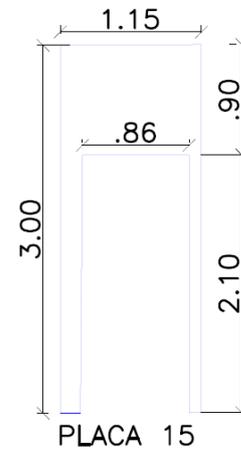


Figura A- 16 - Seção Transversal das placas.

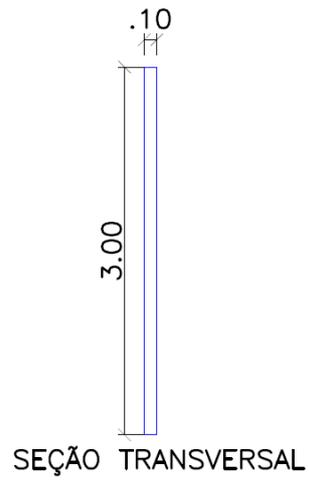


Figura A- 17 - Pilar 01.

