

Universidade Federal do Rio de Janeiro

ANÁLISE DE PRODUÇÃO, MOLDAGEM E EXECUÇÃO DE PAINÉIS  
ALVEOLARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO  
UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ALVENARIA

Pedro Henrique Pereira de Alcantara Souza

2013



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica

ANÁLISE DE PRODUÇÃO, MOLDAGEM E EXECUÇÃO DE PAINÉIS  
ALVEOLARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO  
UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ALVENARIA

Pedro Henrique Pereira de Alcantara Souza

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Ana Catarina Jorge Evangelista

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AOSTO DE 2013

ANÁLISE DE PRODUÇÃO, MOLDAGEM E EXECUÇÃO DE PAINÉIS  
ALVEOLARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO  
UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ALVENARIA

Pedro Henrique Pereira de Alcantara Souza

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO  
DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

---

Prof. Ana Catarina Jorge Evangelista

---

Prof. Elaine Garrido Vasquez

---

Prof. Wilson Wanderley da Silva

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO DE 2013

Souza, Pedro Henrique Pereira de Alcantara

Análise de produção, moldagem e execução de painéis alveolares pré-fabricados em concreto armado utilizados em sistemas de alvenaria. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

X, 83 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Ana Catarina Jorge Evangelista

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 63-64.

1. Painéis de concreto armado. 2. Pré-fabricados. 3. Sistemas de Alvenaria. I. Evangelista, Ana Catarina Jorge. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## ANÁLISE DE PRODUÇÃO, MOLDAGEM E EXECUÇÃO DE PAINÉIS ALVEOLARES PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO ARMADO UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ALVENARIA

Pedro Henrique Pereira de Alcantara Souza

Agosto/2013

Orientador: Ana Catharina Jorge Evangelista

Curso: Engenharia Civil

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma análise comparativa com base em processos produtivos de pré-moldados em concreto armado, utilizados em sistemas de alvenaria, e os pré-fabricados alveolares produzidos por uma empresa com base no município de Petrópolis no estado do Rio de Janeiro, detalhando desde a concepção de projetos de edificações até sua execução, analisando nessas etapas o emprego de normatizações, certificações, técnicas e tecnologias empregadas. Analisando dados como produção, qualidade, custos e viabilidade, verificando que o método introduzido pela empresa X apresentou pequenas vantagens, como padrões de qualidade e desempenho de isolamentos térmico e acústico, menor consumo de material e custo de produção devido o padrão vazado do painel em relação aos maciços, e menores prazos devido ao sistema pré-fabricado.

*Palavras-chave:* Painéis de concreto armado Pré-fabricados, Sistemas de Alvenaria.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

ANALYSIS OF PRODUCTION SHAPING AND IMPLEMENTATION  
OF PRE-FABRICATED PANELS ALVEOLAR IN CONCRETE  
SYSTEMS USED IN MASONRY

Pedro Henrique Pereira de Alcantara Souza

Agosto/2013

Advisors: Ana Catarina Jorge Evangelista

Course: Civil Engineering

The objective of this work was presented as a comparative analysis was made based on processes of precast reinforced concrete, used in masonry systems, and prefabricated produced by a company based in the city of Petropolis in Rio January, detailing from designing building projects until his execution, analyzing these steps employing norms, certifications, techniques and technologies employed. Analyzing data such as production, quality, cost and feasibility, verifying that the method introduced by the company showed small advantages such as quality standards and performance thermal and acoustic insulation, lower material consumption and cost of production because the standard cast panel regarding the massive and shorter periods due to prefabricated system.

*Keywords:* Concrete panels, Precast, Masonry Systems.

# SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>11</b> |
| 1.1 Objetivo .....   | 11        |
| 1.2 Metodologia .....  | 12        |
| 1.3 Estrutura do trabalho.....   | 12        |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO DE PAINÉIS EM CONCRETO ARMADO .....</b>                  | <b>14</b> |
| 2.1 Histórico dos pré-fabricados .....   | 14        |
| 2.2 Normas utilizadas em projetos de pré-fabricados.....                           | 16        |
| 2.3 Definições de concreto estrutural, Pré-moldados e Pré-fabricados de Concreto.. | 17        |
| 2.4 Certificações .....  | 20        |
| 2.5 Métodos utilizados em sistemas de alvenarias e estruturas .....                | 23        |
| 2.5.1 O sistema TILT-UP (Torre Jr., 1993).....                                     | 26        |
| 2.5.2 Painel moldado in loco com fôrmas (Blanck, 2012).....                        | 28        |
| 2.5.3 Comparativo de custos ( Alves e Peixoto, 2011).....                          | 32        |
| 2.5.4 Painel de concreto para obra de baixo padrão (Arêas, 2013) .....             | 36        |
| <b>3. ESTUDO DE CASO .....</b>   | <b>39</b> |
| 3.1 Descrição do sistema construtivo de painéis alveolares .....                   | 39        |
| 3.1.1 Painéis de Paredes .....   | 44        |
| 3.1.2 Painéis de Laje .....  | 45        |
| 3.1.3 Ligações entre Painéis de Paredes .....                                      | 46        |
| 3.1.4 Interface entre painéis e instalações .....                                  | 47        |
| 3.1.5 Interface entre painéis e Janelas.....                                       | 48        |
| 3.1.6 Revestimentos e Acabamentos.....   | 49        |
| 3.2 Qualidades e Vantagens .....   | 51        |
| 3.3 Etapas de execução .....   | 53        |
| 3.4 Análises Comparativas .....  | 59        |
| 3.4.1 Indicadores de prazo .....   | 59        |
| 3.4.2 Procedimentos de segurança.....  | 60        |
| 3.4.3 Controle de Qualidade .....  | 61        |
| 3.4.4 Produtividade .....  | 65        |

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 3.4.5 Custos .....  | 68                                   |
| <b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| <b>4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>   | <b>72</b>                            |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>  | <b>73</b>                            |
| <b>APÊNDICE A – DESENHOS DETALHADOS DAS FORMAS<br/>DOS PRÉ FABRICADOS.....</b>            | <b>75</b>                            |
| <b>APÊNDICE B – TABELAS DE CONFERENCIAS DE<br/>QUALIDADE NA PRODUÇÃO DOS PAINÉIS.....</b> | <b>76</b>                            |
| <b>APÊNDICE C–TABELAS DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE<br/>NA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS .....</b> | <b>82</b>                            |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2-1 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 611.....   | 19 |
| Figura 2-2 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 6118.....  | 19 |
| Figura 2-3 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9062.....  | 20 |
| Figura 2-4 Tijolo de solo-cimento (Wordpress 2011).....  | 24 |
| Figura 2-5 blocos de EPS de alta densidade (JJ Design Arquitetura 2008).....   | 25 |
| Figura 2-6 Painéis pré-fabricados de concreto armado (Autor 2013).....   | 25 |
| Figura 2-7 Após atingirem a resistência necessária, as paredes são levantadas por guindastes. (Walter Torre Jr. 1993).....         | 26 |
| Figura 2-8 As escoras são fixadas até que a parede seja solidarizada ao piso ou à estrutura de lajes. (Walter Torre Jr. 1993)..... | 27 |
| Figura 2-9 Escoras temporárias (Walter Torre Jr.1993).....   | 28 |
| Figura 2-10 – Telas soldadas presas no radier (Gilberto Chor Blanck, 2012).....  | 29 |
| Figura 2-11 – Dois blocos concretados (Gilberto Chor Blanck, 2012).....  | 31 |
| Figura 2-12 Comparação de orçamentos 28 unidades(Alves e Peixoto 2011).....  | 33 |
| Figura 2-13 Comparação de orçamentos 56 unidades (Alves e Peixoto 2011).....   | 34 |
| Figura 2-14 Comparação de orçamentos 84 unidades(Alves e Peixoto 2011).....  | 35 |
| Figura 2-15: Armação de uma etapa de concretagem. (Daniel Moraes Arêas, 2013).....   | 37 |
| Figura 3-1 apresentação dos Painéis pré-fabricados de concreto armado(Concrecasa 2012).  | 39 |
| Figura 3-2 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013).....   | 40 |
| Figura 3-3 Guias utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013).....  | 41 |
| Figura 3-4 Alvéolos utilizados em conjunto com as forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013).....                             | 42 |
| Figura 3-5 Hastes utilizadas em conjunto com os alvéolos (Autor 2013).....   | 43 |
| Figura 3-6 Comparativo da alvenaria com o pré-fabricado (Autor 2013).....  | 44 |
| Figura 3-7 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2012).....   | 45 |
| Figura 3-8 Painéis dispostos na localização da obra antes de ser montados (Autor 2012).....  | 46 |
| Figura 3-9 Montagem dos painéis de laje (Autor 2012).....  | 47 |
| Figura 3-10 Detalhes da solda entre as armações dos painéis (Autor 2012).....  | 48 |
| Figura 3-11 Detalhes da solda entre as armações dos painéis (Autor 2012).....  | 49 |
| Figura 3-12 Painéis escorados ( Autor 2012).....   | 50 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 3-13 Habitação com estrutura concluída (Concrecasa 2012).....</b>                               | <b>50</b> |
| <b>Figura 3-14 Habitação com revestimentos e acabamentos concluídos (Concrecasa 2012)....</b>             | <b>52</b> |
| <b>Figura 3-15 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-fabricados (Autor 2013).....</b>          | <b>54</b> |
| <b>Figura 3-16 Montagem da armação (Autor 2013).....</b>  | <b>55</b> |
| <b>Figura 3-17 montagem dos Alvéolos em conjunto com a armação e formas (Autor 2013)....</b>              | <b>55</b> |
| <b>Figura 3-18 Hastes metálicas utilizadas na expansão dos alvéolos (Autor 2013).....</b>                 | <b>56</b> |
| <b>Figura 3-19 Ilustração da montagem dos painéis pré-fabricados (Concrecasa 2012).....</b>               | <b>57</b> |
| <b>Figura 3-20 Painéis pré-fabricados armazenados no local de produção (Autor 2013).....</b>              | <b>57</b> |
| <b>Figura 3-21 Junta entre os painéis pré-fabricados (Autor 2013).....</b>                                | <b>58</b> |
| <b>Figura 3-22 Painéis pré-fabricados de laje sendo montados (Autor 2013).....</b>                        | <b>59</b> |
| <b>Figura 3-23 Painéis pré-fabricados descartados devido a ocorrência de patologias (Autor 2013).....</b> | <b>62</b> |
| <b>Figura 3-24 Gráficos de produção (Autor 2012).....</b>   | <b>66</b> |
| <b>Figura 3-25 Equipe de execução (Autor 2013).....</b>   | <b>67</b> |
| <b>Figura 3-26 Tabela orçamentária (Autor 2013).....</b>  | <b>69</b> |

# **1. INTRODUÇÃO**

O uso de concreto pré-moldado em edificações está amplamente relacionado a uma forma de construir econômica, durável, estruturalmente segura e com versatilidade arquitetônica. A indústria de pré-fabricados está continuamente fazendo esforços para atender as demandas da sociedade, como por exemplo: economia, eficiência, desempenho técnico, segurança, condições favoráveis de trabalho e de sustentabilidade.

A evolução construtiva das edificações e das atividades da engenharia civil nas próximas décadas será influenciada pelo desenvolvimento do processo de informação, pela comunicação global, pela industrialização e pela automação. Já existe bastante desta realidade sendo implementada na Europa. Entretanto, há muito mais para ser implementado, especialmente com respeito à eficiência dos processos construtivos atuais, desde o projeto da edificação até o seu acabamento. Para se mudar a base produtiva na construção civil, com uso intensivo da força de trabalho, para um modelo mais moderno como a pré-fabricação, envolveria a aplicação de uma filosofia industrial ao longo de todo o processo construtivo da edificação.

A pré-fabricação das estruturas de concreto é um processo industrializado com grande potencial para o futuro. Todavia, geralmente a pré-fabricação ainda é vista por projetistas inexperientes como se fosse apenas uma variante técnica das construções de concreto moldadas no local. Nesse caso, a pré-fabricação significa apenas que partes da edificação são pré-moldadas em usinas fora do canteiro, para serem montadas depois na obra, como se o conceito inicial de uma estrutura moldada no local fosse obtido novamente. Esse ponto de vista é completamente errôneo. Todo sistema construtivo tem suas próprias características, as quais para uma maior ou menor influência no layout da estrutura, largura do vão, sistemas de estabilidade, etc. Para conseguir melhores resultados o projeto deveria, desde o início, respeitar as demandas específicas e particulares estruturais dos sistemas construtivos pré-moldados.

## **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é apresentar como foi feito o estudo com base em processos produtivos de pré-fabricados de concreto armado produzidos por uma

empresa com base no município de Petrópolis no estado do Rio de Janeiro, detalhando desde a concepção de projetos de edificações que utilizam os pré-moldados em sua estrutura até sua execução, analisando nessas etapas o emprego de normatizações, certificações, técnicas e tecnologias empregadas. Também serão feitos levantamentos e avaliações de produtividade e qualidade dos processos realizados pela empresa.

## **1.2 Metodologia**

Para alcançar o objetivo exposto, foram implementadas as seguintes etapas, listadas abaixo:

- Revisão da literatura, abordando tópicos importantes do conhecimento relacionados ao projeto em estudo;
- Estudos e referências de métodos similares empregados no Brasil;
- Visita ao local de fabricação dos pré-moldados, com coleta e observação de todos os elementos necessários para elaborar o estudo;
- Visita aos locais de execução dos pré-moldados, verificando os métodos empregados suas vantagens e restrições;
- Comparação com outros métodos utilizados em sistemas de alvenaria;
- Estudo das possíveis melhorias a ser implementadas nos processos utilizados pela empresa;
- Redação do trabalho.

## **1.3 Estrutura do trabalho**

Para facilitar a compreensão deste trabalho, será feita a apresentação da estrutura do trabalho em forma de capítulos, conforme descrito a seguir.

Neste capítulo, é feita a introdução descrevendo o objetivo, a metodologia para alcançá-lo e é apresentada a estrutura do trabalho.

Seguindo este capítulo, no capítulo 2 são feitas citações bibliográficas de normas. Certificações e estudos anteriores utilizando sistemas similares para efeito de análises e comparações no estudo de caso

No capítulo 3 é realizado o estudo de caso: a respeito de processos de fabricação de painéis alveolares produzidos pela CONCRECASA FABRICACAO DE ARTEFATOS DE CONCRETO LTDA localizada na Estrada União e Indústria, 16480 Itaipava - Petrópolis - RJ

No capítulo 4 são apresentadas conclusões e sugestões do caso.

E por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas ao longo da execução do projeto.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO DE PAINÉIS EM CONCRETO ARMADO**

Neste capítulo será feita uma abordagem das normas nacionais, certificações de qualidade, tecnologias e técnicas construtivas empregadas em pré-moldados de concreto, com citações bibliográficas de estudos anteriores utilizando sistemas similares para efeito de análises e comparações no estudo de caso.

### **2.1 Histórico dos pré-fabricados**

Em países como o Brasil, onde o desenvolvimento e o subdesenvolvimento se misturam segundo as contingências da economia, a construção é espelha nitidamente essa realidade: apresenta técnicas extremamente avançadas, ao lado de técnicas artesanais, arraigadas na tradição ou em cego conservadorismo.

Nesse universo, é inegável que a luta de alguns setores em favor da racionalização dos processos construtivos começa a apresentar resultados empolgantes, consideradas as limitações de mercado e apesar da falta de uma política oficial voltada ao estímulo de pesquisas. Prova evidente dos avanços é a norma produzida pela Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT) que fixa as condições exigíveis, no projeto, para a execução e controle de estruturas pré-fabricadas de concreto armado ou protendido. Ela se aplica, segundo a entidade, também a estruturas mistas: aquelas construídas parcialmente de elementos pré-fabricados e moldados no local. (MAYOR; WAGNER, 2012)

Impulsionados pela necessidade da racionalização, os pré-fabricados deixaram de ser uma expectativa para se converterem em uma realidade na construção, setor que mais uma vez, na atual fase de demanda de edificações industriais, está conseguindo dar respostas rápidas e absolutamente adequadas. Esse avanço consolida o consenso de que os componentes para fundações, pilares, cobertura ou fechamento lateral atendem, de modo satisfatório e eficiente, as exigências de economia, prazo e qualidade técnica

eventualmente requerida por edificações destinadas a várias funções, em especial as que contemplam amplos espaços, característica dos prédios industriais.

Hoje, nota-se que o país poderia obter ainda mais avanços na área do pré-fabricado, caso houvesse uma política dirigida para as pesquisas e para o aprimoramento das técnicas existentes. Pois com medidas que houvesse esse tipo de integração governo-empresa, a tecnologia experimentaria maior processo de evolução. E com uma extraordinária vantagem adicional: ajudaria a consolidar cada vez mais a memória técnica o que é imprescindível ao desenvolvimento do setor. (MANSELL; JULIA, 2010)

Um dos mais significativos fatores que proporcionaram a pré-fabricação foi à industrialização na construção civil, através desta, foi possível confeccionar um material de qualidade, em menos tempo, por menor custo e, seu maior benefício, reproduzi-lo. Aos poucos a industrialização foi tomando conta das diversas áreas no setor da construção, inicialmente fabricando parafusos e pequenas peças, até que, nos dias de hoje, nos deparamos com a pré-fabricação, peças de diversos tamanhos e importâncias fabricadas fora do local da obra e depois transportada até esse e fixada no local de destino. Esse domínio da pré-fabricação, especialmente do concreto, na construção civil ocorreu devido à necessidade da construção em larga escala. O projetista já deve estar instruído a planejar o local exato de cada peça pronta e deve também estar atento aos tamanhos, formas e materiais disponíveis de cada uma delas. (MANSELL; JULIA, 2010)

Podemos considerar uma divisão da utilização intensiva do pré-fabricado de concreto em três períodos segundo (SALAS, 1988):

1950-1970: a guerra havia causado grande devastação, o que ocasionou a falta geral de edificações. A necessidade da reconstrução em curto prazo levou o setor da construção civil a adotar os elementos pré-fabricados, nesta época, de ciclo fechado, ou seja, as peças provinham de um mesmo fornecedor, fato este que marca o período com a uniformidade, monotonia e rigidez na arquitetura.

1970-1980- diversos acidentes em edifícios constituídos por grandes placas levaram ao declínio no uso do pré-fabricado, porém, essa rejeição levou também os fabricantes a uma profunda revisão no conceito de utilização nos processos construtivos em grandes elementos pré-fabricados.

Pós 1980 – marcado por uma série de demolições com a justificativa de rejeição social e falta de funcionalidade, além da adoção de elementos pré-fabricados de ciclo aberto, ou seja, peças a base de componentes compatíveis e de origens diversas.

A primeira grande obra que utilizou o pré-fabricado no Brasil foi o hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro. Dentre as peças pra fabricadas utilizadas estão às estacas nas fundações e as cercas no perímetro da área reservada ao hipódromo. Porém, a preocupação com a racionalização e a industrialização de sistemas construtivos teve início apenas no fim da década de 50 com a execução de vários galpões pré-moldados no próprio canteiro de obras e desde então várias obras foram realizadas adotando esse método. (BOUVIER; MOARA, 2010)

A criação e atuação do BNH (Banco Nacional da Habitação) por duas vezes colocou em crise a utilização do pré-fabricado no Brasil, primeiramente devido a sua redução do numero de trabalhadores, restringindo cargos em sua maioria aos especializados, e secundariamente a diversos problemas posteriores que a adoção do pré-fabricado apresentou principalmente em conjuntos habitacionais. Apenas com o crescimento da cidade de São Paulo na década de 90 foi que se adotou novamente o pré-fabricado devido à necessidade de grandes e rápidas construções. (BOUVIER; MOARA, 2010)

## **2.2 Normas utilizadas em projetos de pré-fabricados**

- NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
- NBR 5601 - Classificação por composição química dos aços inoxidáveis - Padronização
- NBR 5627 - Exigências particulares das obras de concreto armado e protendido em relação à resistência ao fogo - Procedimento



NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto, cilíndricos ou prismáticos - Método de ensaio

NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto - Método de ensaio

NBR 6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado - Procedimento

NBR 6122 - Projeto e execução de fundações - Procedimento

NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural – Especificação

NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural - Especificação

NBR 7197 - Cálculo e execução de obras de concreto protendido - Procedimento

NBR 7211 - Agregados para concreto – Especificação

NBR 7480 - Barras e fios de aço destinados a armadura para concreto armado - Especificação

NBR 7481 - Telas de aço soldadas para armadura de concreto - Especificação

NBR 7182 - Fios de aço para concreto protendido - Especificação

NBR 7483 - Cordoalhas de aço para concreto protendido - Especificação

NBR 7681 - Calda de cimento para injeção - Especificação

NBR 7808 - Símbolos gráficos para projetos de estruturas - Simbologia

NBR 8681 - Ações e seguranças nas estruturas – Procedimento

### **2.3 Definições de concreto estrutural, Pré-moldados e Pré-fabricados de Concreto**

Concreto estrutural: Termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural. Concreto simples estrutural: Elementos estruturais elaborados com concreto que não possui qualquer tipo de armadura, ou que a possui em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado. (NBR 6118)

Elementos de concreto armado: Aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência. (NBR 6118)

Elemento pré-moldado: Elemento que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade. (NBR 9062)

Elemento pré-fabricado: Elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade. (NBR 9062)

Junta de dilatação: Qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura. Junta de dilatação parcial: Redução de espessura igual ou maior a 25% da seção de concreto. (NBR 6118)

Estados limites de serviços, são os estados relacionados ao funcionamento adequado das estruturas de concreto com a NBR 6118 destacando os estados limite de formação de fissuras (ELS-F), estado limite de abertura das fissuras (ELS-W), estado limite de deformações excessivas (ELS-DEF), estado limite de descompressão (ELS-D), estado limite de descompressão parcial (ELS-DP), estado limite de compressão excessiva (ELS-CE) e o estado limite de vibrações excessivas (ELS-VE) estado em que as vibrações ultrapassam os limites estabelecidos para a utilização normal da construção.

**Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental**

| Classe de agressividade ambiental | Agressividade | Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto | Risco de deterioração da estrutura |
|-----------------------------------|---------------|--|------------------------------------|
| I                                 | Fraca         | Rural  | Insignificante                     |
|                                   |               | Submersa   |                                    |
| II                                | Moderada      | Urbana <sup>1), 2)</sup>                                       | Pequeno                            |
| III                               | Forte         | Marinha <sup>1)</sup>  | Grande                             |
|                                   |               | Industrial <sup>1), 2)</sup>                                   |                                    |
| IV                                | Muito forte   | Industrial <sup>1), 3)</sup>                                   | Elevado                            |
|                                   |               | Respingos de maré  |                                    |

<sup>1)</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>2)</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

<sup>3)</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Figura 2.1 Classes de agressividade ambiental (Norma 6118 da ABNT)

| Tipo de concreto estrutural                      | Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão | Exigências relativas à fissuração  | Combinação de ações em serviço a utilizar |
|--|---|------------------------------------|---|
| Concreto simples                                 | CAA I a CAA IV  | Não há                             | --  |
| Concreto armado                                  | CAA I   | ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm            | Combinação freqüente                      |
|  | CAA II e CAA III  | ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm            |   |
|  | CAA IV  | ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm            |   |
| Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)  | Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II           | ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm            | Combinação freqüente                      |
| Concreto protendido nível 2 (protensão limitada) | Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV        | Verificar as duas condições abaixo |   |
|  |   | ELS-F                              | Combinação freqüente                      |
|  |   | ELS-D <sup>1)</sup>                | Combinação quase permanente               |
| Concreto protendido nível 3 (protensão completa) | Pré-tração com CAA III e IV                                 | Verificar as duas condições abaixo |   |
|  |   | ELS-F                              | Combinação rara                           |
|  |   | ELS-D <sup>1)</sup>                | Combinação freqüente                      |

<sup>1)</sup> A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com  $a_p = 25$  mm (figura 3.1).

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

Figura 2.2 Combinações de ações em serviço (Norma 6118 da ABNT)

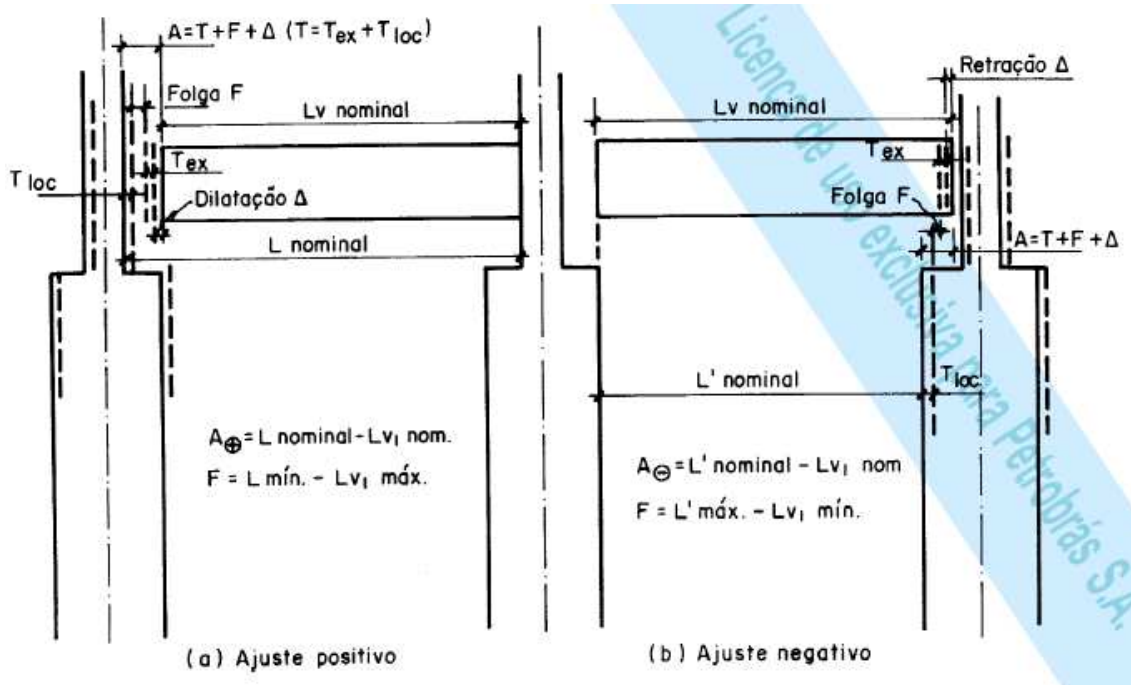


Figura 2.3 Definições de folgas e ajustes em pré-moldados de concreto (Norma 9062 da ABNT)

## **2.4 Certificações**

### 2.4.1 - O selo de Excelência Abcic.

O Selo de Excelência Abcic é um programa de qualidade específico para as indústrias de pré-fabricados de concreto. O programa teve início em 2003 com o objetivo de fixar a imagem do setor com padrões de tecnologia, qualidade e desempenho adequados às necessidades do mercado. (ABCIC, 2007)

É válido também para plantas instaladas em canteiros de obras, desde que atendam aos regimentos e normas aplicáveis.

As normas e regimentos da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto são:

Regimento R.01 - Credenciamento, manutenção e descredenciamento da Planta de Produção

Regimento R.02 - Atividades da Comissão e Conselho

Regimento R.03 - Atividades do Avaliador

Norma N.01 - Classificação de Planta de Produção

Norma N.02 - Avaliação da Planta de Produção

Norma N.03 - Emissão do Atestado e Uso do Selo

A1.N2 - SELO ABCIC-Anexo1-N2 - rev3

Amostragem

O processo de certificação conduzido e operacionalizado pelo CTE (Centro de Tecnologia em Edificações), entidade subcontratada pela ABCIC visando assegurar eficácia e interdependência ao processo de certificação. (ABCIC, 2007)

O credenciamento do processo de certificação, comparável a um processo de acreditação do sistema, se dão; pela CCRED (Comissão de Credenciamento). Trata-se

de uma comissão voluntária, formada por representantes de outras entidades com interface no Sistema Construtivo que a Abcic representa. (ABCIC, 2007)

Entidades Membros da CCRED : ABCP, CTE, IBRACON, ASBEA, IAB, ABNT-CB 18, SINDUSCON e ABECE.

Para elaboração dos Regimentos e Normas aplicáveis, especialistas do setor formaram um comitê. Tiveram como referências não só as normas de qualidade internacionais, mas também as normas técnicas ABNT aplicáveis ao produto.

Outra referência importante adotada para a estruturação do selo de excelência, foi o programa de certificação do PCI American Precast/Prestressed Concrete Institute.

Referências Adotadas para o Selo de Excelência:

NBR ISO 9001 Sistema de Gestão de Qualidade

NBR ISO 14001 Sistema de Gestão Ambiental

OHSAS 18001 Sistema de Segurança e Saúde Ocupacional

ABNT NBR 9062 Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado e Normas Complementares

Norma Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR 04, NR 05, etc.)

PNQ Brasil Prêmio Nacional da Qualidade

Conceitos do PCI - American Precast Prestressed Concrete Institute

O Selo de Excelência Abcic é um programa alinhado com o conceito de Sustentabilidade, a medida que introduz não somente qualidade, mas também responsabilidade social, segurança e meio ambiente. (ABCIC, 2007)

O Selo é uma maneira de garantir que haverá qualidade nas peças pré-fabricadas produzidas por uma determinada empresa, que receberá o certificado em um dos três níveis de certificação (Níveis I, II, e III) que o selo possui, de acordo com a avaliação realizada pelo CTE. Sendo assim, o selo tem a função de nivelar os produtores,

ocasionando uma melhor estruturação do setor, resultando em uma maior utilização do sistema pré-fabricado de concreto. Além disso, o selo responde às necessidades do consumidor, atestando que os detentores do selo estejam adequados em diversos requisitos pré-definidos no conteúdo da avaliação para a obtenção do mesmo.(GOBBO, 2007)

Para conseguir o selo, as empresas são analisadas pelo desempenho técnico e empresarial, que é medido por indicadores preestabelecidos.

Sendo assim, somente receberão o selo as empresas que demonstrarem possuir competência efetiva para projetar, produzir, transportar, montar e entregar ao cliente construções em conformidade com as normas técnicas, utilizando as melhores práticas de gestão empresarial relacionadas à qualidade, segurança e respeito ao meio-ambiente.

Por ser um programa específico direcionado e elaborado para o setor avalia não somente a Gestão de Qualidade, mas também o efetivo atendimento da ABNT NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado.

#### 2.4.2- O Selo de Qualidade da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

O Selo da Qualidade ABCP é uma ferramenta para avaliação do processo de fabricação e da qualidade de blocos de concreto para alvenaria e pavimentação. Este documento estabelece o regulamento a ser atendido pelos fabricantes de blocos de concreto para alvenaria e pavimentação para obtenção ou manutenção do uso do Selo da Qualidade ABCP a fabricação de produtos dentro das normas técnicas brasileiras é obrigação de todo fabricante, pois os produtos de baixa qualidade lesam os consumidores que não têm conhecimento específico dos produtos Isso resulta em obras de baixa qualidade e com custo alto.

#### 2.4.3 - Certificado LACTEC

Este procedimento vem a padronizar a qualidade mínima aceitável do produto, estabelecendo as condições gerais e específicas de postes e cruzetas de concreto e demais pré-fabricados ou pré-moldados de concreto.

A diretriz para certificação de produtos – PL-01, é um documento que deve ser utilizado para complementar as informações necessárias para a certificação de produtos.

O modelo de certificação adotado pelo OCP LACTEC consiste em ensaios de tipo, avaliação e aprovação do sistema de qualidade do fabricante. Esse modelo é baseado no acompanhamento do sistema da qualidade do processo de fabricação realizado através de auditorias periódicas e ensaios realizados nas amostras coletadas na fábrica.

## **2.5 Métodos utilizados em sistemas de alvenarias**

Há muitos métodos construtivos atualmente no mercado. O que ocasiona um problema, que seria a escolha de qual utilizar. É necessário que seja feita uma comparação entre os métodos construtivos a fim de obter dados que poderão ser usados futuramente para informar melhor os fabricantes, órgãos fiscalizadores e o mercado consumidor.

Segundo Vieira (2012), com a escassez de mão-de-obra, fatores de decisão das empresas por um sistema construtivo ganharam novo cenário a partir de 2006. Enquanto no passado, basicamente, o sistema era escolhido a partir da cultura da empresa e do custo, hoje, além do custo, itens como produtividade, qualidade e tipologia de arquitetura ganharam força nesta decisão.

Nota-se a superioridade dos métodos alternativos de construção em relação ao convencional utilizando tijolos cerâmicos de seis furos. Aumentando assim a discussão sobre a baixa aceitação de novos métodos.

O método alternativo de alvenaria utilizando o tijolo de solo-cimento utiliza tijolo prensado composto por uma mistura de solo e cimento. Sua especificação é dada pela NBR 8491(1984). Este tijolo possui encaixes do tipo macho e fêmea que possibilita o encaixe entre eles, sem necessidade de cimento, até levantar a construção. Após, basta passar um impermeabilizante e aplicar cimento nas colunas de sustentação.



Figura 2-4 Tijolo de solo-cimento (Wordpress 2011)

Segundo ABRAPEX (2006) o método alternativo de alvenaria com blocos de EPS é uma composição de blocos de EPS de alta densidade que permite a colocação rápida, por sistema de encaixe, dos blocos armados e concretados nos vazios, tornando a alvenaria monolítica. Depois da modulação dos blocos, a parede recebe uma camada de argamassa (própria para a aderência no EPS); logo após, uma tela de fibra de vidro, que fornece a resistência mecânica para a parede e depois o acabamento com uma camada fina de argamassa, e posterior pintura.





Figura 2-5 blocos de EPS de alta densidade (JJ Design Arquitetura, 2008)

O método alternativo que este estudo tem como foco principal é o sistema composto por placas de concreto pré-fabricado. Segundo (Viero, 2002) , o sistema pré-fabricado tem sido a principal solução construtiva adotada para obras que necessitam de rapidez na execução. Este sistema vem sendo melhorado e aprimorado desde o período pós-guerra até os dias atuais.



Figura 2-6 Painéis pré-fabricados de concreto armado (Autor 2013)

### **2.5.1 O sistema TILT-UP (Torre Jr., 1993)**

Uma das empresas que saiu a campo para pesquisar novos sistemas construtivos foi a Walter Torre Jr., que em 1993 importou uma tecnologia de construção mundialmente conhecida como TILT-UP.



Figura 2-7 Após atingirem a resistência necessária, as paredes são levantadas por guindastes. (Walter Torre Jr. 1993)

O sistema consiste basicamente na execução de paredes de concreto moldadas in loco inicialmente sobre um piso de concreto. Estas paredes são moldadas na horizontal, permitindo que sejam introduzidas: portas, janelas, acabamentos de fachadas, revestimentos e texturas diferenciadas durante a fabricação das mesmas.

Após atingirem a resistência necessária para içamento, as paredes são levantadas por guindastes e posicionadas sobre blocos de fundações previamente executados.

Antes da liberação de cada parede, são fixadas escoras temporárias para sua sustentação até que seja solidarizada ao piso e à estrutura de lajes ou cobertura que garantirão a estabilidade do edifício, com capacidade de atingir vãos livres de até 30 metros.



Figura 2-8 As escoras são fixadas até que a parede seja solidarizada ao piso ou à estrutura de lajes. (Torre Jr. 1993)

Um elemento importante para o sucesso deste sistema de construção é a qualidade do piso de concreto, pois sobre ele serão moldados os painéis do sistema TILT-UP. Atualmente são usadas diversos tipos de formas para moldar os painéis de concreto, podendo as formas, serem utilizadas tanto in loco quanto em pátios de fabricação como no caso deste estudo onde os painéis são moldados em formas metálicas na posição horizontal sendo uma adaptação do sistema TILT-UP.



Figura 2-9 Escoras temporárias (Walter Torre Jr. 1993)

Este sistema trouxe economia, velocidade de construção, segurança e flexibilidade arquitetônica. Num mercado altamente competitivo, é vital cumprir rigorosamente os prazos comprometidos, com custos baixos e tecnologia avançada. Após a execução do piso, por exemplo, é possível fabricar painéis e montá-los num prazo de 2 a 3 semanas. (Caçador, 1993 *apud* Torre Jr. 1993)

### **2.5.2 Parede de Concreto moldada *in loco* com fôrmas de alumínio (Blanck, 2012)**

O sistema de Paredes de Concreto moldada *in loco* com fôrmas de alumínio descrito por (Blanck, 2012) é bem similar ao sistema que vai ser analisado no estudo de caso, mas com diferenças importantes como local de moldagem, fôrmas e formatos dos painéis.

Antes de realizar o projeto estrutural e o projeto de fôrmas é necessário ter um projeto de arquitetura. Por isto é fundamental que as premissas deste projeto estejam alinhadas com a tecnologia Parede de Concreto. Desta forma, o projeto de arquitetura ganha papel fundamental neste modelo de obra. (Blanck, 2012)

Para a montagem correta das fôrmas é necessário um rigoroso nivelamento das fundações. Caso contrário, haverá diferenças no topo dos painéis que comprometerão o alinhamento superior das paredes. Com isso, recomenda-se a execução de uma laje na cota do terreno, evitando o contato com o solo bruto. As dimensões da mesma devem exceder as da periferia dos painéis externos para permitir o apoio e facilitar a montagem dos moldes. Caso a opção seja por laje tipo *radier*, recomenda-se concretar a calçada externa simultaneamente. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012)

A montagem das telas soldadas e reforços devem seguir as especificações do projeto estrutural. Inicialmente é realizada a montagem da armadura principal, em tela soldada. Em seguida, acrescentam-se as armaduras de reforços, ancoragens de cantos e cintas. É possível agilizar a montagem das armaduras cortando previamente os locais onde serão posicionadas as esquadrias de portas e janelas, caso o projeto não descreva este procedimento. (ABCP, 2007)



Figura 2-10 – Telas soldadas presas no radier (Blanck, 2012)

Esse sistema utiliza fôrmas do tamanho de casas, que são montadas no local da obra e depois recheadas com concreto - já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. Segundo estimativas de WTF, o tempo de construção de uma casa cai de 70 dias, na alvenaria comum, para 20 dias no novo método. O fator tempo de execução

poderá ser diferente para cada construtora já que são muitas variáveis envolvidas. (Blanck, 2012)

São utilizados quadros e chapas metálicas tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada. Necessita um investimento inicial mais alto, entretanto podem ser reutilizadas muito mais vezes do que as demais – fato que a torna muito atraente para um projeto que envolva número grande de repetições. (Blanck, 2012)

Os painéis devem ser montados em sequência, de ambos os lados, e conectados com o uso de grampos ou pinos. A montagem deve obedecer à distribuição indicada na planta executiva, de forma a garantir o perfeito funcionamento do sistema. Painéis internos primeiro, seguidos pelos externos: neste caso, é montado um dos lados das fôrmas, continuando com a montagem das armaduras, reforços, instalações elétricas, hidráulicas e esquadrias, e finalmente fechando a fôrma com a montagem do outro lado dos painéis. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012)

O lançamento do concreto deve ser iniciado por um dos cantos da edificação, até que uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto esteja totalmente cheia. Em seguida, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até que se complete o rodízio dos quatro cantos opostos da estrutura. Finaliza-se a concretagem com o lançamento na linha mais elevada das fôrmas e dos oitões, para o caso de habitações térreas. É necessário que o concreto seja lançado o mais próximo possível de sua posição final, buscando evitar incrustações de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras. (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012)

A retirada das formas só pode ser realizada após a aprovação do estudo de controle tecnológico. Esse estudo deverá certificar que o resultado está dentro do especificado em projeto. Entretanto, como não é totalmente garantido que o concreto irá atingir a resistência de projeto, é fundamental que diversas escoras (que estejam de acordo com o projeto de escoras) sejam mantidas por 28 dias ou o tempo especificado no projeto em questão. (Blanck, 2012).



Figura 2-11 – Dois blocos concretados (Blanck, 2012)

Após a desforma, as paredes niveladas e aprumadas exibem uma textura regular, apresentando apenas os sinais superficiais das junções entre painéis e furos das ancoragens. Além disso, pode-se enxergar também pequenas bolhas de ar geradas pela espuma ou incorporadas à massa durante o processo de lançamento. As imperfeições decorrentes das junções de painéis devem ser removidas com uma espátula logo após a desforma. Os furos de ancoragens precisam ser preenchidos com argamassa de cimento e areia. As eventuais falhas decorrentes de infiltração de ar (não destruídas durante a mistura no interior da betoneira) e as falhas provocadas pela heterogeneidade da granulometria da areia e impurezas podem ser corrigidas com a operação de feltagem. (MISURELLI; MASSUDA, 2009 *apud* Blanck, 2012).

### **2.5.3 Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural e paredes de concreto armado moldadas com fôrmas de alumínio ( Alves e Peixoto, 2011)**

O trabalho realizado por (Alves e Peixoto, 2011) foi realizado com base no estudo comparativo entre a Alvenaria Estrutural e as Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrma de Alumínio, tendo a análise duas construções de portes diferentes, ainda em fase de projeto, sendo dimensionadas pelos dois métodos construtivos do qual este trabalho se propôs, visando retirar as principais informações e alimentar com esses dados uma planilha de parametrização, que levou a análise de viabilidade. E, desta análise, observou-se que a viabilidade construtiva do método depende do porte da construção, sendo que em obras de residências isoladas sua viabilidade é com a Alvenaria Estrutural, enquanto que obras residenciais verticais já tem menos custo com a utilização do método executivo das Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrma de Alumínio.

O sistema de execução das Paredes de Concreto Armado moldadas no local com fôrma de alumínio já foi descrito no item anterior, portanto serão destacadas somente as planilhas de custos geradas por ( Alves e Peixoto, 2011), nas quais ficam constatadas as diferenças de custos e prazos de acordo com o método executivo utilizado.



|   |  |
|---|--|
| CONSTRUTORA : <b>Projeto Estudo</b><br>OBRA : <b>Residencial Multifamiliar</b><br>CIDADE / ESTADO : <b>Belém / Pará</b> | <b>28 Unidades</b><br><b>1.356 m2 área construída</b><br>Data do Estudo : 15/11/11 |
|---|--|

### RESUMO DOS CUSTOS

| ITEM                                 | ALV. ESTRUTURAL                  |                             | PAREDE DE CONCRETO               |               |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------|
|                                      | <i>Tempo de Obra = 8,1 meses</i> |                             | <i>Tempo de Obra = 5,6 meses</i> |               |
|                                      | R\$                              | %                           | R\$                              | %             |
| Terraplanagem                        | 10.712,72                        | 0,6%                        | 10.712,72                        | 0,6%          |
| Fundações                            | 152.934,19                       | 8,3%                        | 152.934,19                       | 8,5%          |
| Fôrmas                               | 63.027,51                        | 3,4%                        | 177.425,99                       | 9,8%          |
| Armação                              | 23.073,56                        | 1,3%                        | 35.623,65                        | 2,0%          |
| Concreto                             | 222.282,08                       | 12,1%                       | 362.549,50                       | 20,1%         |
| Mão de Obra - LAJES                  | 71.870,12                        | 3,9%                        | 71.870,12                        | 4,0%          |
| M.O. - PAR. CONCRETO                 | -                                |                             | 81.628,86                        | 4,5%          |
| M.O. - ALV. VEDAÇÃO                  | -                                |                             | -                                |               |
| M.O. - ALV. ESTRUTURAL               | 130.101,19                       | 7,1%                        | -                                |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Vedação    | -                                |                             | -                                |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Estrutural | 143.609,38                       | 7,8%                        | -                                |               |
| Revestim./Acabamentos Internos       | 169.505,00                       | 9,2%                        | 169.505,00                       | 9,4%          |
| Revestim./Acabamentos Externos       | 45.898,57                        | 2,5%                        | 32.273,75                        | 1,8%          |
| Inst. Elétricas                      | 33.901,00                        | 1,8%                        | 33.392,49                        | 1,8%          |
| Inst. Hidráulicas                    | 81.362,40                        | 4,4%                        | 79.328,34                        | 4,4%          |
| Outras Instalações                   | 4.746,14                         | 0,3%                        | 4.746,14                         | 0,3%          |
| Controle Tecnológico                 | 2.922,14                         | 0,2%                        | 14.581,96                        | 0,8%          |
| MO Indireta / Segurança              | 225.543,55                       | 12,3%                       | 163.727,27                       | 9,1%          |
| Equipamentos                         | 166.199,12                       | 9,1%                        | 129.961,82                       | 7,2%          |
| Esquadrias                           | 58.540,25                        | 3,2%                        | 58.540,25                        | 3,2%          |
| Coberturas                           | 13.221,39                        | 0,7%                        | 13.221,39                        | 0,7%          |
| Impermeab./Isolamentos               | 15.757,18                        | 0,9%                        | 15.757,18                        | 0,9%          |
| Pisos e Fôrros                       | 66.425,62                        | 3,6%                        | 66.425,62                        | 3,7%          |
| Vidros                               | 32.151,71                        | 1,8%                        | 32.151,71                        | 1,8%          |
| Outros                               | 100.000,00                       | 5,5%                        | 100.000,00                       | 5,5%          |
|                                      | <b>R\$ 1.833.784,81</b>          | <b>100,0%</b>               | <b>R\$ 1.806.357,94</b>          | <b>100,0%</b> |
|                                      | <b>R\$ 1.352,31 /m2</b>          |                             | <b>R\$ 1.332,08 /m2</b>          |               |
|                                      | <b>PAREDE DE CONCRETO</b>        | <b>DIF. = R\$ 27.426,87</b> |                                  |               |
|                                      | <b>É MAIS VIÁVEL</b>             | <b>DIF. = 1,5%</b>          |                                  |               |

Figura 2-12 Comparação de orçamentos (Alves e Peixoto 2011)

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| CONSTRUTORA : <b>Projeto Estudo</b>     | <b>56 Unidades</b>               |
| OBRA : <b>Residencial Multifamiliar</b> | <b>2.712 m2 área construída</b>  |
| CIDADE / ESTADO : <b>Belém / Pará</b>   | <b>Data do Estudo : 15/11/11</b> |

**RESUMO DOS CUSTOS**

| ITEM                                 | ALV. ESTRUTURAL            |               | PAREDE DE CONCRETO           |               |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
|                                      | Tempo de Obra = 11,1 meses |               | Tempo de Obra = 6,3 meses    |               |
|                                      | R\$                        | %             | R\$                          | %             |
| Terraplanagem                        | 21.425,43                  | 0,6%          | 21.425,43                    | 0,7%          |
| Fundações                            | 305.868,38                 | 9,3%          | 305.868,38                   | 9,8%          |
| Fôrmas                               | 126.055,02                 | 3,8%          | 225.756,96                   | 7,3%          |
| Armação                              | 46.147,13                  | 1,4%          | 71.247,29                    | 2,3%          |
| Mão de Obra - LAJES                  | 143.740,24                 | 4,4%          | 143.740,24                   | 4,6%          |
| M.O. - PAR. CONCRETO                 | -                          |               | 163.257,72                   | 5,2%          |
| M.O. - ALV. VEDAÇÃO                  | -                          |               | -                            |               |
| M.O. - ALV. ESTRUTURAL               | 260.202,38                 | 7,9%          | -                            |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Vedação    | -                          |               | -                            |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Estrutural | 287.218,76                 | 8,7%          | -                            |               |
| Revestim./Acabamentos Internos       | 339.010,00                 | 10,3%         | 339.010,00                   | 10,9%         |
| Revestim./Acabamentos Externos       | 91.797,13                  | 2,8%          | 64.547,50                    | 2,1%          |
| Inst. Elétricas                      | 67.802,00                  | 2,1%          | 66.784,97                    | 2,1%          |
| Inst. Hidráulicas                    | 162.724,80                 | 4,9%          | 158.656,68                   | 5,1%          |
| Outras Instalações                   | 9.492,28                   | 0,3%          | 9.492,28                     | 0,3%          |
| Controle Tecnológico                 | 5.844,28                   | 0,2%          | 26.582,02                    | 0,9%          |
| MO Indireta / Segurança              | 303.587,09                 | 9,2%          | 179.954,55                   | 5,8%          |
| Equipamentos                         | 212.237,98                 | 6,4%          | 139.839,16                   | 4,5%          |
| Esquadrias                           | 117.080,49                 | 3,5%          | 117.080,49                   | 3,8%          |
| Coberturas                           | 26.442,78                  | 0,8%          | 26.442,78                    | 0,8%          |
| Impermeab./Isolamentos               | 31.514,37                  | 1,0%          | 31.514,37                    | 1,0%          |
| Pisos e Fôrros                       | 132.851,24                 | 4,0%          | 132.851,24                   | 4,3%          |
| Vidros                               | 64.303,42                  | 1,9%          | 64.303,42                    | 2,1%          |
| Outros                               | 100.000,00                 | 3,0%          | 100.000,00                   | 3,2%          |
|                                      | <b>R\$ 3.299.909,37</b>    | <b>100,0%</b> | <b>R\$ 3.113.454,49</b>      | <b>100,0%</b> |
|                                      | <b>R\$ 1.216,74 /m2</b>    |               | <b>R\$ 1.148,00 /m2</b>      |               |
|                                      | <b>PAREDE DE CONCRETO</b>  |               | <b>DIF. = R\$ 186.454,87</b> |               |
|                                      | <b>É MAIS VIÁVEL</b>       |               | <b>DIF. = 5,9%</b>           |               |

Figura 2-13 Comparação de orçamentos (Alves e Peixoto 2011)

|   |  |
|---|--|
| <b>CONSTRUTORA :</b> Projeto Estudo<br><b>OBRA :</b> Residencial Multifamiliar<br><b>CIDADE / ESTADO :</b> Belém / Pará | <b>84 Unidades</b><br><b>4.068 m<sup>2</sup> área construída</b><br><b>Data do Estudo :</b> 15/11/11 |
|---|--|

### RESUMO DOS CUSTOS

| ITEM                                 | ALV. ESTRUTURAL                    |                              | PAREDE DE CONCRETO                 |               |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
|                                      | <i>Tempo de Obra = 14,2 meses</i>  |                              | <i>Tempo de Obra = 6,9 meses</i>   |               |
|                                      | R\$                                | %                            | R\$                                | %             |
| Terraplanagem                        | 32.138,15                          | 0,7%                         | 32.138,15                          | 0,7%          |
| Fundações                            | 458.802,57                         | 9,6%                         | 458.802,57                         | 10,4%         |
| Fôrmas                               | 189.082,53                         | 4,0%                         | 274.087,94                         | 6,2%          |
| Armação                              | 69.220,69                          | 1,5%                         | 106.870,94                         | 2,4%          |
| Concreto                             | 666.846,23                         | 14,0%                        | 1.087.648,50                       | 24,6%         |
| Mão de Obra - LAJES                  | 215.610,36                         | 4,5%                         | 215.610,36                         | 4,9%          |
| M.O. - PAR. CONCRETO                 | -                                  |                              | 244.886,59                         | 5,5%          |
| M.O. - ALV. VEDAÇÃO                  | -                                  |                              | -                                  |               |
| M.O. - ALV. ESTRUTURAL               | 390.303,57                         | 8,2%                         | -                                  |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Vedação    | -                                  |                              | -                                  |               |
| Blocos e Argamassa - Alv. Estrutural | 430.828,15                         | 9,0%                         | -                                  |               |
| Revestim./Acabamentos Internos       | 508.515,00                         | 10,7%                        | 508.515,00                         | 11,5%         |
| Revestim./Acabamentos Externos       | 137.695,70                         | 2,9%                         | 96.821,26                          | 2,2%          |
| Inst. Elétricas                      | 101.703,00                         | 2,1%                         | 100.177,46                         | 2,3%          |
| Inst. Hidráulicas                    | 244.087,20                         | 5,1%                         | 237.985,02                         | 5,4%          |
| Outras Instalações                   | 14.238,42                          | 0,3%                         | 14.238,42                          | 0,3%          |
| Controle Tecnológico                 | 8.766,42                           | 0,2%                         | 38.582,09                          | 0,9%          |
| MO Indireta / Segurança              | 381.630,64                         | 8,0%                         | 196.181,82                         | 4,4%          |
| Equipamentos                         | 258.220,35                         | 5,4%                         | 149.655,37                         | 3,4%          |
| Esquadrias                           | 175.620,74                         | 3,7%                         | 175.620,74                         | 4,0%          |
| Coberturas                           | 39.664,17                          | 0,8%                         | 39.664,17                          | 0,9%          |
| Impermeab./Isolamentos               | 47.271,55                          | 1,0%                         | 47.271,55                          | 1,1%          |
| Pisos e Fôrros                       | 199.276,86                         | 4,2%                         | 199.276,86                         | 4,5%          |
| Vidros                               | 96.455,13                          | 2,0%                         | 96.455,13                          | 2,2%          |
| Outros                               | 100.000,00                         | 2,1%                         | 100.000,00                         | 2,3%          |
|                                      | <b>R\$ 4.765.977,43</b>            | <b>100,0%</b>                | <b>R\$ 4.420.489,91</b>            | <b>100,0%</b> |
|                                      | <b>R\$ 1.171,54 /m<sup>2</sup></b> |                              | <b>R\$ 1.086,62 /m<sup>2</sup></b> |               |
|                                      | <b>PAREDE DE CONCRETO</b>          | <b>DIF. = R\$ 345.487,52</b> |                                    |               |
|                                      | <b>É MAIS VIÁVEL</b>               | <b>DIF. = 7,8%</b>           |                                    |               |

Figura 2-14 Comparação de orçamentos (Alves e Peixoto 2011)

#### **2.5.4 Processo Construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão (Arêas, 2013)**

O Sistema descrito por Arêas, (2013) é bem similar ao de Blanck, (2012), porém o estudo de Arêas, (2013) dá ênfase às obras de baixo padrão onde geralmente os objetivos são baixos custos e velocidade de execução em detrimento da qualidade. Proposta que o estudo de caso também busca.

Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados os sistemas de fundações em sapata corrida, *radier* e blocos coroamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007 *apud* Arêas, 2013)

É recomendado que se execute uma laje/piso na cota do terreno, para que constitua um apoio ao sistema de fôrmas e elimine a possibilidade de se trabalhar no terreno bruto. O piso do térreo executado de maneira correta, no nível exigido e sem nenhum tipo de ondulação, além de constituir ponto fundamental para que os demais pavimentos estejam no prumo, influenciará na montagem do sistema de fôrmas e no próprio trânsito da mão-de-obra, que desmobilizará o sistema de fôrmas de um lado para montá-lo novamente em outro. Caso a fundação não seja em *radier*, é necessária a execução de uma laje para a perfeita marcação das paredes e apoio das fôrmas no piso. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007 *apud* Arêas, 2013)

Tendo a laje sido liberada pela equipe de marcação, os armadores começam a montar as telas das paredes e a cortar os vãos de janelas e portas; Trabalho este, realizado em cerca de duas horas. Com isto, possibilitavam o trabalho da equipe de instalação predial. No encontro de paredes as telas são amarradas e no piso as telas são somente apoiadas. Os espaçadores de parede mantêm as telas posicionadas exatamente no meio das paredes de 10 cm. (Arêas, 2013)



Figura 2-15: Armação de uma etapa de concretagem. (Arêas, 2013)

Todas as instalações hidráulicas são executadas após a estrutura estar pronta. No ato das concretagens, tal como na instalação elétrica, aberturas nas lajes são deixadas para que haja a descida das prumadas hidráulicas. A distribuição hidráulica dos banheiros e cozinhas é executada por baixo das lajes dos pavimentos, já a subida até o aparelho distribuidor é realizada por fora das paredes. Os *shafts* por onde passavam instalações hidráulicas são fechados com um *drywall*, especial para uso em áreas úmidas. (Arêas, 2013)

O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, cimbramento, apuradores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos. O sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a ter: resistência a ações a que possa ser submetido durante o processo de construção; rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para a estrutura das paredes de concreto e nas especificações de projeto sejam satisfeitas e a

integridade dos elementos estruturais não seja afetada e estanqueidade e conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas. (NBR 16055 - 18.2.1)

O plano de concretagem estabelece a quantidade exata de pessoas e equipamentos capazes de realizar o processo de concretagem de modo eficiente e sem atrasos, tem por finalidade manter o concreto plástico, não segregado e livre de juntas de concretagem não planejadas. Além das informações acima, o plano contém a frequência de limpeza dos equipamentos relacionados à concretagem, para que não haja comprometimento da mesma. Os resultados esperados no fim de uma concretagem também estarão especificados neste plano. Com efeito, ao fim de uma concretagem, o correto é comparar o serviço realizado com o que está preconizado no plano, se o serviço é realizado conforme os parâmetros consolidados no plano, a operação foi realizada com sucesso. (Arêas, 2013)

A desforma deve ocorrer somente quando as condições de projeto estiverem atendidas (por exemplo, quando a resistência mínima do concreto para aquela idade for atingida). Algumas recomendações importantes para esta fase: obedecer rigorosamente o ciclo de produção definido em planejamento; verificar junto aos resultados do controle tecnológico se resistência mínima de desforma atende o preconizado; remover após a desforma os resíduos dos painéis de fôrmas, utilizando para isso ferramentas adequadas, que não danifiquem a superfície das fôrmas; planejar o local de armazenamento dos painéis de fôrmas (e acessórios) após a desforma e limpeza; verificar os prazos de permanência do escoramento residual. Essas especificações devem estar contidas no projeto estrutural e de fôrmas. (Comunidade da Construção, 2010 *apud* Arêas, 2013)

Existe a possibilidade de deixar a parede de concreto aparente, sem revestimento, porém não é bem aceita entre os arquitetos que trabalham com designer de interior. Segundo estes profissionais, esta é uma solução cabível para um galpão ou uma loja de armazém e não, para uma edificação multifamiliar. (Arêas, 2013)

### 3. ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresentará informações à respeito de processos de fabricação de painéis alveolares produzidos pela CONCRECASA FABRICACAO DE ARTEFATOS DE CONCRETO LTDA localizada na Estrada União e Indústria, 16480 Itaipava - Petrópolis - RJ fazendo uma análise do método construtivo utilizado em sistemas de alvenaria estrutural, que ainda não é muito utilizado no estado do Rio de Janeiro. Com a finalidade de obter dados para verificar a viabilidade e obter melhores resultados nos processos estudados

#### 3.1 Descrição do sistema construtivo de painéis alveolares

O sistema utilizado pela empresa na qual foi realizado esse estudo de caso apresenta diversas alterações em comparação ao antigo sistema TILT-UP utilizado anteriormente pela Walter Torre Jr.



Figura 3-1 apresentação dos Painéis pré-fabricados de concreto armado (Concrecasa 2012)

Anteriormente o pré-fabricado de concreto era moldado sobre um piso de concreto que lhe conferia o acabamento parecido com um revestimento de emboço, na empresa deste estudo são utilizados como base para os pré-moldados, duas pistas em formato parecido como uma grande mesa com medidas de 50 metros de comprimento por 2,80 metros de largura e 80 cm de altura do pavimento de piso. A medida de 2,80m de largura é utilizada devido ao padrão de pé direito utilizado atualmente, essa medida pode ser reduzida caso seja necessária a produção de painéis com alturas menores como muretas e guarda-corpos, porém devido as dimensões da pista de produção não é possível produzir painéis com maior altura. Outro grande benefício dessas pistas montadas é a altura do piso que garante uma posição mais confortável aos armadores, pedreiros e ajudantes.

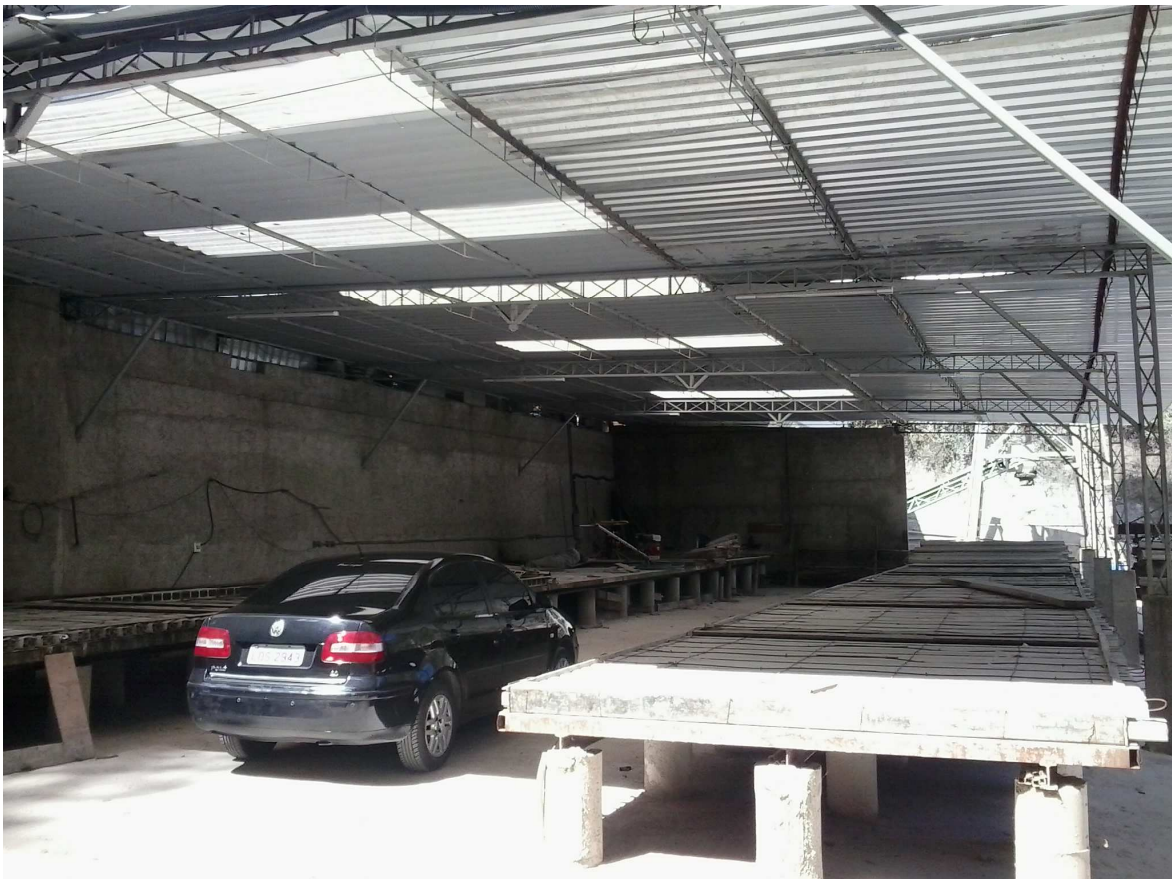


Figura 3-2 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013)

Nas extremidades das pistas são encaixadas guias vazadas medindo 1,25m de comprimento para compor as formas dos painéis, os vazados presentes nas guias tem



formato sextavado para receber os alvéolos que vão dar o formato vazado aos painéis de concreto armado.



Figura 3-3 Guias utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013)

Os painéis deixaram de ser maciços utilizando agora alvéolos na posição vertical dos painéis que agora são vazados apresentando assim uma economia devido à redução de concreto utilizado em relação aos antigos pré-fabricados maciços, além de diminuir consideravelmente o peso próprio dos painéis facilitando assim o seu manuseio transporte e execução.



Figura 3-4 Alvéolos utilizados em conjunto com as forma na produção dos pré-moldados (Autor 2013)

O grande diferencial desses alvéolos é o seu formato criado por uma empresa em Brasília, sua forma é sextavada para garantir o encaixe do alvéolo nas guias laterais que compõe a forma dos painéis em conjunto com a pista e com os alvéolos, e no núcleo desses alvéolos é introduzida uma haste metálica de secção transversal quadrada que quando girada faz o alvéolo expandir, após a secagem do concreto do pré-moldado a haste é girada inversamente fazendo o com que o alvéolo se retraia para ser retirado e reaproveitado futuramente. Desenhos mais detalhados podem ser conferidos no apêndice A.



Figura 3-5 Hastes utilizadas em conjunto com os alvéolos (Autor 2013)

O sistema construtivo destina-se à construção de paredes para casas e edifícios habitacionais de até dois pavimentos. É constituído de painéis estruturais pré-moldados vazados de concreto armado e pelas ligações entre eles. A fabricação dos painéis é feita em unidade de produção montada em canteiro de obras ou em usina. A moldagem dos painéis é feita na posição horizontal, com fôrmas de aço do tipo bateria apoiadas sobre quadro metálico. As fôrmas são constituídas por chapas e perfis de aço, parafusos e ganchos de travamento.



Figura 3-6 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-moldados (Autor 2012)

### **3.1.1 Painéis de Paredes**

Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado com espessura de 13 cm, altura igual ao pé-direito do pavimento que geralmente é de 2,80 m e comprimento máximo de 6 m esta restrição é devido ao seu manuseio e transporte. Na produção dos painéis é utilizado concreto autoadensável, com massa específica igual a  $2.250 \text{ kg/m}^3$  ( $\pm 50$ ), resistência característica à compressão de 30 MPa e consistência no mínimo igual a 600 mm. O concreto utilizado nos painéis tem adição de fibras de polipropileno. Os painéis estruturais possuem basicamente dois tipos de armadura: simples e centralizada ou dupla, conforme projeto estrutural elaborado para cada empreendimento. O cobrimento de concreto das armaduras é garantido pelo posicionamento de espaçadores plásticos nas telas. No caso de painéis com duas telas, o espaçamento entre as telas é garantido com o uso de separador tipo “caranguejo” em

aço. A resistência mínima do concreto, na desenforma, é de 8 MPa. Após desenforma os painéis são transportados e armazenados para serem curados (aspersão de água) por um período mínimo de 48 horas. Após esse prazo os painéis estão liberados para serem montados em seus locais definitivos.



Figura 3-7 Painéis dispostos na localização da obra antes de ser montados (Autor 2012)

### **3.1.2 Painéis de Laje**

As lajes são pré-moldadas, vazadas de concreto armado e com 15 cm de espessura total. Nas bordas externas junto à fachada, os painéis de laje podem incorporar como acabamento um ressalto “gola” de aproximadamente 7,5 cm. A resistência característica à compressão do concreto especificada é de 30 MPa.



Figura 3-8 Montagem dos painéis de laje (Autor 2012)

### **3.1.3 Ligações entre Painéis de Paredes**

Os painéis possuem rebaixos e armaduras de ligação nas bordas laterais para possibilitar a junção entre eles. As armaduras de ligação de cada painel são soldadas às armaduras de ligação dos painéis adjacentes e às armaduras verticais de arranque (barras de aço), desde a fundação. Posteriormente, a interface entre os painéis é preenchida com graute, com auxílio de fôrmas. A resistência à compressão especificada para o graute empregado no preenchimento das juntas entre painéis é de 30 MPa. O tratamento das juntas entre os painéis na face externa, após o grauteamento, é feito com emprego de fundo de junta e selante flexível base poliuretano. Após a finalização da montagem dos painéis, antes da pintura, a região das juntas entre painéis (face interna) recebe tratamento com tela poliéster e aplicação de emulsão acrílica.



Figura 3-9 Detalhes da solda entre as armações dos painéis (Autor 2012)

Os painéis de parede são assentados sobre as lajes com argamassa, sendo as juntas horizontais externas acabadas com componentes pré-moldados, denominados “golas”, e tratadas com emulsão acrílica e tela de poliéster. Esse tratamento é feito também no pavimento térreo na região da junta entre piso externo e painéis.

#### **3.1.4 Interface entre painéis e instalações**

As instalações elétricas são embutidas nos painéis de parede. As instalações hidráulicas (tubulações de prumada), tanto de água fria quanto esgoto, são posicionadas em shafts. As tubulações de água fria de até 40 mm de diâmetro são externas aos painéis estruturais pré-moldados de concreto.



Figura 3-10 Detalhes da solda entre as armações dos painéis (Autor 2012)

### **3.1.5 Interface entre painéis e Janelas**

As janelas são posicionadas através de formas próprias colocada no interior das formas dos painéis, após a cura do painel e sua montagem no local da obra as esquadrias das janelas são fixadas lateralmente aos painéis com parafusos e buchas. A vedação da junta entre painel e janela é feita com selante de poliuretano.





Figura 3-11 Painéis escorados ( Autor 2012)

### **3.1.6 Revestimentos e Acabamentos**

As faces externas dos painéis podem receber pintura ou textura acrílica. As faces internas podem receber pintura ou revestimento cerâmico, aplicados conforme normas técnicas pertinentes. Assim o produto final pode receber os mais variados tipos de acabamento, podendo ser adotados desde os revestimentos mais simplórios, até materiais mais caros e refinados.



Figura 3-12 Habitação com estrutura concluída (Concrecasa 2012)



Figura 3-13 Habitação com revestimentos e acabamentos concluídos (Concrecasa 2012)

### **3.1.7 Revestimentos e Acabamentos**

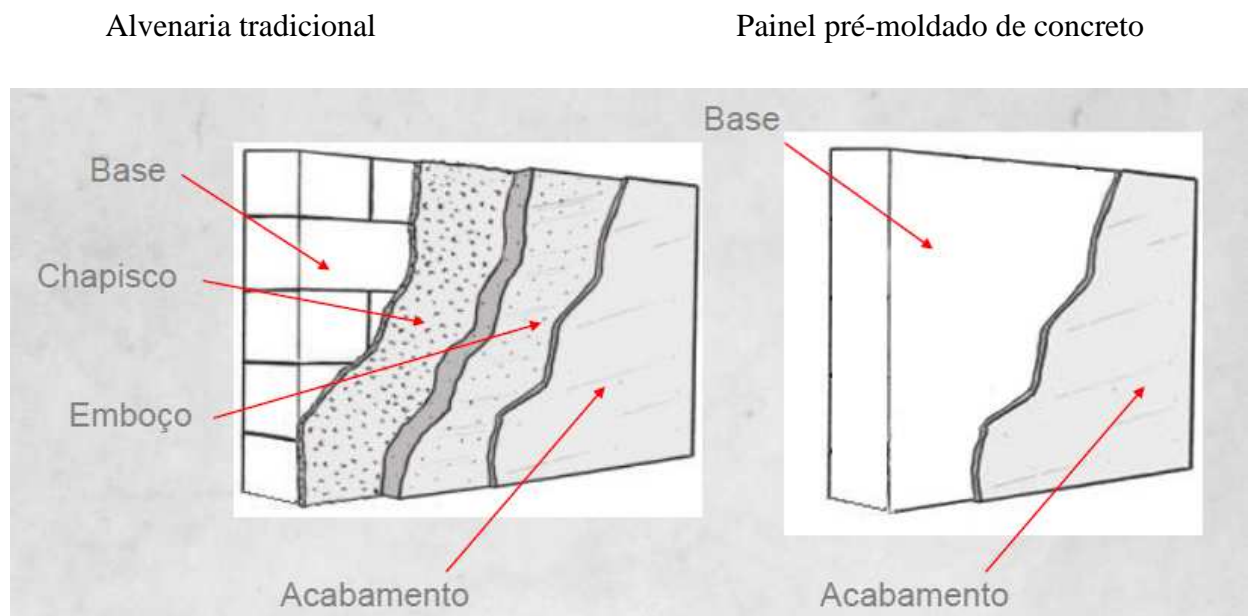
### **3.2 Qualidade e Vantagens**

Os métodos convencionais de construção sempre deixaram alguns profissionais da área insatisfeitos com a baixa produtividade decorrente de um processo artesanal. No início da década de 90 algumas empresas mais arrojadas resolveram pesquisar tecnologias avançadas que trouxesse economia e produtividade à construção civil.

#### 3.2.1- Principais Vantagens

- a) Economia: o sistema alveolar provou ser mais econômico comparado com sistemas construtivos de qualidade equivalente devido aos painéis que consomem menor volume de concreto e são mais leves que os maciços
- b) Velocidade na Construção: o sistema apresenta um método rápido e eficaz de execução aonde é necessário somente um operador de guindaste ou grua, um pedreiro para garantir o prumo, um ajudante e um soldador para os painéis
- c) Dispensa o Emboço: como o painel pré-fabricado possui acabamento equivalente ao emboço é economizado tempo e dinheiro com os revestimentos
- d) Segurança: ao contrário dos prédios convencionais onde o fechamento pode ser violado, as paredes em concreto dosado em central são sólidas e seguras, permitindo o acesso somente pelas portas a esse fim destinadas.
- e) Resistência ao fogo: o concreto dosado em central é uma excelente escolha como material resistente ao fogo, sendo que uma parede de 15 cm de espessura resiste a uma média de 15 horas de fogo.

- f) Baixos custos de manutenção: os painéis de concreto alveolares pré-fabricados dosado em central dispensam manutenção, sendo apenas necessária uma repintura periódica a título de conservação de aparência.
- g) Baixo custo do seguro: a resistência ao fogo garantida pelo concreto pode resultar em baixos prêmios de seguros.
- h) Conforto acústico: Os painéis alveolares em concreto dosado em central, com espessura média de 13 cm, possibilita redução significativa na transmissão de ruídos entre ambientes se comparados aos painéis maciços.



*Figura 3-14 Comparativo da alvenaria com o pré-fabricado (Autor 2013)*

Esse sistema possibilita economia considerável nos custos finais das obras, versatilidade e redução nos prazos de conclusão, além de proporcionar flexibilidade arquitetônica, possibilidade de ampliações, segurança, baixa manutenção e facilidade de implantação em lugares distantes e com pouca infraestrutura.

### **3.3 Etapas de execução**

Durante o período estudando o sistema de painéis alveolares ale das etapas de concepção de projetos, moldagem e produção também foram acompanhadas as etapas de montagem e execução dos painéis em suas respectivas edificações. Foi feito o acompanhamento de quatro obras de clientes da empresa.

O primeiro cliente contratou a empresa para executar uma casa de um pavimento com aproximadamente 120,00 metros quadrados sendo consumidos 40 dias para produzir as 24 placas utilizadas como paredes, é importante frisar que a empresa trabalhou com prazos de moldagem antecipados em relação aos prazos de execução dos painéis portanto os prazos para a produção das placas eram longos sendo produzidos painéis de mais de uma obra ao mesmo tempo, 3 dias para o transporte das placas de Petrópolis ao bairro de Vargem Grande no Rio de Janeiro, e apenas 4 dias para a montagem, junção e grauteamento dos painéis.

O segundo cliente contratou a empresa para executar uma casa de dois pavimentos com aproximadamente 300,00 metros quadrados sendo consumidos 73 dias para produzir as 52 placas utilizadas como paredes, 7 dias para o transporte das placas de Petrópolis á cidade de Teresópolis, 5 dias para a montagem, junção e grauteamento dos painéis do primeiro pavimento, e 6 dias para a montagem, junção e grauteamento dos painéis do segundo pavimento.

O terceiro cliente contratou a empresa para executar um muro de 63,78 metros de perímetro sendo consumidos 21 dias para produzir as 23 placas com alturas diferentes utilizadas no muro, 3 dias para o transporte das placas de Petrópolis á cidade de Teresópolis, 3 dias para a montagem, junção e grauteamento dos painéis do muro.

O quarto cliente contratou a empresa para executar uma oficina comercial de um pavimento com aproximadamente 45,00 metros quadrados sendo consumidos 7 dias para produzir as 10 placas utilizadas como paredes, 1 dia para o transporte das placas no interior da cidade de Petrópolis, 2 dias para a montagem, junção e grauteamento dos painéis.

Em todas as obras foram seguidas as mesmas etapas e métodos utilizados para

produção, moldagem e execução dos painéis alveolares sendo elas:

- 1) Preparação das fôrmas, com limpeza e aplicação de desmoldante.



Figura 3-15 Pistas utilizadas como forma na produção dos pré-fabricados (Autor 2013)

- 2) Preparação da armadura de cada painel, introdução dos separadores tipo “caranguejo” entre telas, dos espaçadores plásticos para cobertura das armaduras, dos eletrodutos e das caixas de elétrica. Para cada painel existe um desenho de armaduras e de instalações específico.

- 3) Verificação da conformidade das armaduras e seus cobrimentos com especificações de projeto para finalmente introduzir os alvéolos nas guias das formas



Figura 3-16 Montagem da armação (Autor 2013)



Figura 3-17 montagem dos Alvéolos em conjunto com a armação (Autor 2013)

4) Fechamento e travamento das fôrmas metálicas e expansão dos alvéolos através da inserção de hastes metálicas.



Figura 3-18 Hastes metálicas utilizadas na expansão dos alvéolos Autor

5) Lançamento do concreto nas fôrmas.

6) Desenforma após 24 horas de concretagem, desde que o concreto tenha resistência à compressão mínima de 8 MPa, e estocagem dos painéis.

7) Controle da qualidade do painel concretado, conforme procedimento específico, e execução de cura por aspersão de água por um período de 48 horas.

8) Transporte e posicionamento do painel em local definitivo, no edifício. Os painéis são transportados através de caminhão munck, posicionados e colocados no local definitivo sobre uma camada de argamassa de assentamento (Figura 3.19).





Figura 3-19 Ilustração da montagem dos painéis pré-fabricados (Concrecasa 2012)



Figura 3-20 Painéis pré-fabricados armazenados no local de produção (Autor 2013)

9) Junção das armaduras de ligação de painéis-paredes adjacentes por meio de solda.

10) Posicionamento de fundo de junta.

11) Colocação de fôrmas na região das juntas entre painéis, para possibilitar preenchimento das mesmas com graute.

12) Grauteamento das juntas entre painéis.

13) Acabamento externo das juntas após a montagem final dos painéis, com selante.

14) Colocação das esquadrias externas nos ressaltos dos painéis, fixação com parafusos e acabamento da interface com o uso de selante de poliuretano na fresta entre a janela e o painel.



Figura 3-21 Junta entre os painéis pré-fabricados (Autor 2013)

15) Posicionamento das lajes pré-moldadas sobre as paredes de painéis estruturais pré-moldados de concreto armado. São feitos o posicionamento das armaduras negativas das lajes e a concretagem complementar dos rebaixos das lajes, conforme indicado nos projetos.



Figura 3-22 Painéis pré-fabricados de laje sendo montados (Autor 2013)

### **3.4 Análises Comparativas**

Neste item serão comparados os métodos citados no referencial teórico com o método introduzido no estudo de caso a fim de verificar as diferenças entre os métodos bem como suas vantagens e desvantagens no comparativo.

#### **3.4.1 Indicadores de prazo**

O sistema é composto dos seguintes prazos:

- a) O Cliente apresenta o projeto da edificação a ser construída, é feita a adaptação do projeto do cliente para projetar as placas a serem produzidas, e são fornecidos os dados de orçamento e exigências ao cliente.
- b) Observação: valores considerados para uma habitação de um pavimento com até 100 m<sup>2</sup> (aproximadamente 20 painéis), localizada no município de Petrópolis.
- c) Fabricação dos painéis: sete dias úteis
- d) Transporte dos painéis: um dia útil

- e) Montagem de painéis: dois dias úteis
- f) Grauteamento entre painéis: um dia útil

Em comparação com os métodos citados no referencial teórico é possível constatar que o sistema pode levar vantagem em relação dos sistemas moldados *in loco* caso as placas sejam fabricadas antecipadamente, assim o cliente pode determinar um prazo mais curto para a montagem dos painéis que pode ser realizada em até 4 dias úteis para uma habitação padronizada de aproximadamente 100 metros quadrados em comparação a 10 dias úteis (2 semanas) necessários para os métodos Tilt-Up e de formas de alumínio.

### **3.4.2 Procedimentos de segurança**

A Segurança é uma desvantagem deste sistema em comparação aos outros sistemas que utilizam fôrmas para a moldagem *in loco*, principalmente devido ao manuseio dois painéis alveolares que são perigosos por serem pesados podendo ocorrer acidentes fatais. Durante a execução da casa do segundo cliente uma das placas despencou de uma altura de mais de três metros devido ao rompimento da placa enquanto era manuseada pelo caminhão munck, ninguém se feriu mas o painel foi perdido. Portanto é necessário uma atenção maior para a segurança, sendo recomendados além dos equipamentos de segurança profissionais da área.

O início dos serviços deverá ser precedido das proteções, evitando, desta forma, a queda de pessoas ou materiais.

Nas bordas das lajes ou nas aberturas de piso faz-se necessária instalação de proteção coletiva, como guarda-corpo, plataforma, etc. Os operários devem utilizar cinto de segurança.

Em qualquer situação de transporte vertical, a carga máxima suportada pelo equipamento tem de ser respeitada, além de serem tomadas todas as cautelas necessárias para que não haja queda de materiais.

A seguir a relação dos EPI necessários à execução do serviço:

- a) Bota de segurança com bico de aço
- b) Capacete de segurança
- c) Cinto de segurança com trava-quedas (preso em cabo de aço ou corda de segurança auxiliar)
- d) Luva de proteção (vinílica ou de raspa)
- e) Óculos de segurança
- f) Protetor auricular

### **3.4.3 Controle de Qualidade**

A análise e inspeção da peça concretada é de suma importância, pois é quando se verifica pela última vez se a peça produzida encontra-se dentro dos procedimentos determinados. A inspeção deve ser realizada logo após a desforma, permitindo que os defeitos existentes tenham suas causas detectadas e a produção possa ser comunicada rapidamente, evitando a repetição dos erros.

Os principais pontos que devem ser inspecionados são: as dimensões geométricas, qualidade da fôrma, vibração do concreto e fissuras ou outros danos ocorridos após a concretagem.

A liberação por parte do controle de qualidade deve estar identificada por um carimbo ou outro tipo de identificação visível na peça, para não ocorrer erros durante o despacho.

Feito uma análise comparativa de qualidade do produto certamente o sistema dos pré-fabricados alveolares leva uma vantagem global em relação aos métodos moldados in loco podendo citar ao menos três delas:

- a) A qualidade do concreto usinado em uma central de produção com acompanhamento adequado do próprio fabricante vai ser superior á qualidade fornecida por concreteiras aos sistemas de moldagem in loco.
- b) Os aparecimentos de patologias como manchas e fissuras, podem ser corrigidas com uma gama maior de soluções ainda no local de produção evitando aborrecimentos com clientes.
- c) Os painéis alveolares por possuírem seu interior vazado tem desempenhos de isolamentos térmicos e acústicos tendem a ser superiores aos painéis maciços utilizados pelos outros sistemas

Um programa de controle de qualidade ajudará o montador a assegurar que os elementos pré-fabricados serão seguramente colocados, em seus respectivos lugares, de acordo com o projeto e ainda que esses elementos obedeçam as especificações estabelecidas na indústria.



Figura 3-23 Painéis pré-fabricados descartados devido a ocorrência de patologias (Autor 2013)

Uma inspeção dos elementos pré-moldados entregues na obra, deve ser feita ainda no caminhão antes de descarregá-los. Isso permitirá uma melhor visualização de possíveis defeitos. Os seguintes itens devem ser verificados antes do descarregamento:

- a) *Identificação*: Checar se a quantidade de peças é condizente com o escrito na Nota Fiscal;
- b) *Fissuras*: Verificar a existência de fissuras em toda superfície da peça;
- c) *Flecha*: Produtos protendidos possuem uma certa flecha, facilmente notado. Verificar possíveis flechas negativas e ou anormais. Se houver flecha negativa o engenheiro deverá ser imediatamente avisado;
- d) *Lascas*: Atentar para possível existência de elementos quebrados que podem ocorrer no momento do carregamento;
- e) *Riscos*: Inspeccionar a ocorrência de riscos nas estruturas arquitetônicas;
- f) *Marca de indicação para receber reparos*: elementos que possuem esse tipo de etiqueta requerem reparos que ainda não foram executados;
- g) *Içamento com alças e inserção*: Assegurar-se que o plano onde será efetuado o içamento está em boas condições. A montagem da estrutura deve ser conduzida de modo a obedecer as tolerâncias especificadas para a fundação e superestrutura. Como no momento da montagem toda a estrutura já estará pronta, deve-se tomar cuidado na verificação dos blocos de apoio:

Deve ser observado no apêndice B que apresenta tabelas com informações das placas produzidas, que ocorreram patologias nos processos de fabricação sendo estes ocorridos devido às falhas humanas e de equipamentos, certas peças rejeitadas podem

ser reaproveitadas a fim de não desperdiçar material, portanto certos itens e etapas devem ser conferidos para evitar falhas nos painéis.

O local de armazenagem no local da execução deve ser verificado, pois em um dos locais de execução os ganchos utilizados para içar os painéis estavam enferrujados, assim que o braço mecânico do caminhão munck foi içar o painel os ganchos romperam ocorrendo a ruptura e perda do painel, porém o prejuízo pode ter sido considerado pequeno, caso um acidente com vítimas tivesse ocorrido as consequências poderiam ser piores.

Os equipamentos devem ter capacidade adequada ao tipo de peça a ser içada e deve ser feita uma programação logística da ordem de montagem de peças.

#### 3.4.3.1 - Controle da qualidade das etapas de execução

- a) Armaduras
- b) Concreto – ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão do concreto na idade de desenforma e aos 28 dias
- c) Limpeza e controle geométrico das fôrmas
- d) Posicionamento e cobrimento das armaduras
- e) Lançamento do concreto
- f) Desenforma
- g) Cura
- h) Transporte e armazenamento
- i) Recebimento dos painéis após desenforma (identificação, tolerâncias dimensionais, aparência visual e verificação de eventual presença de falhas)
- j) Sequência e qualidade da montagem dos painéis em canteiro de obras (ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, soldas, tratamento das juntas, interfaces com lajes, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais



componentes, colocação das golas e realização de acabamentos externos)

Além dos itens acima também é recomendado que sejam feitos os seguintes controles:

- a) Qualidade dos projetos
- b) Recebimento de materiais
- c) Montagem dos painéis em local
- d) Controle tecnológico do concreto e do graute

#### **3.4.4 Produtividade**

Foram analisados índices de produtividade dos processos de fabricação através de tabelas presentes no apêndice C deste trabalho, durante sete semanas, sendo a última semana a mais produtiva, com a produção de 77,67 metros quadrados produzidos.

Levando em conta que se a fábrica operar a todo vapor seria possível produzir pelo menos 280,00 metros quadrados de painéis por semana devido ao comprimento total das pistas das formas, mas como a demanda não exigiu maior produção esses índices ficaram limitados.

O índice de produtividade é calculado de maneira simples: é feita a soma da área produzida de pré-fabricados de concreto armado durante determinada semana, depois é somado o número de horas trabalhadas pela equipe durante a semana, finalmente é só dividir a metragem quadrada produzida pelo total de horas trabalhadas pela equipe de funcionários.

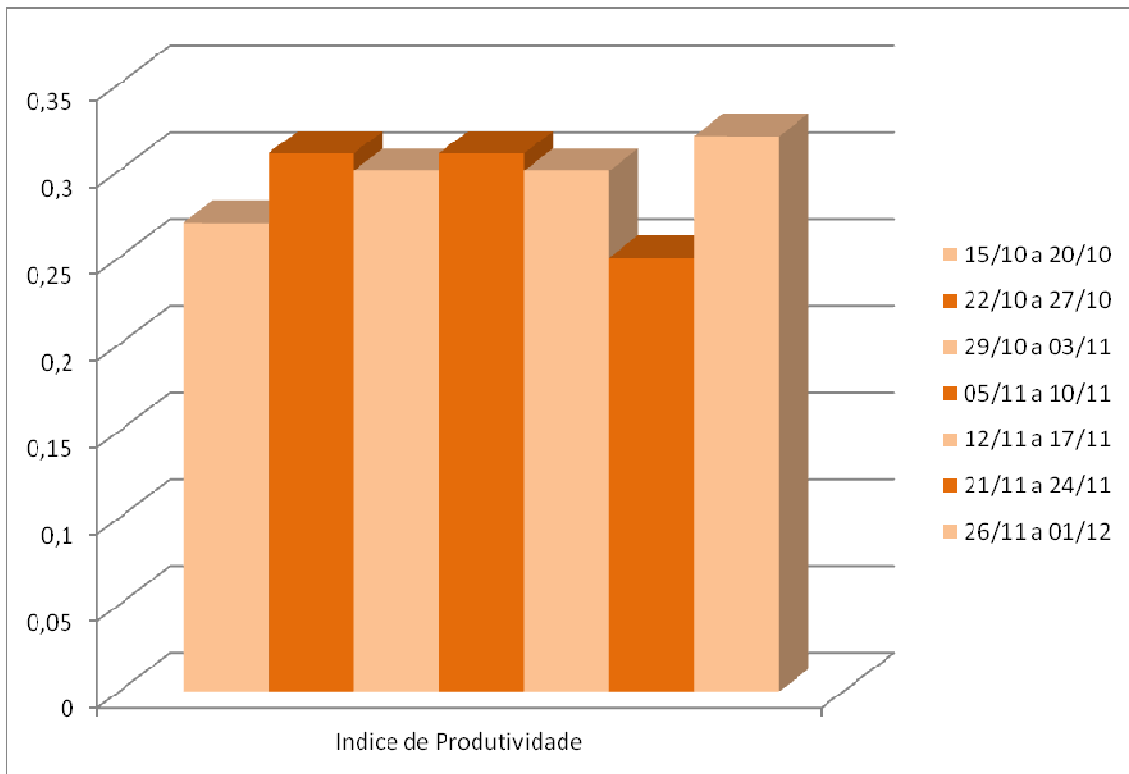


Figura 3-24 Gráficos de produção (Autor 2012)

A penúltima semana é marcada como a que tem menor produção fato ocorrido devido a presença de um feriado na semana e a falta de um dos funcionarios da empresa.

O encarregado Laerte descreve que o ideal é ter diariamente 6 homens trabalhando na produção do painéis de concreto, sendo dois mais qualificados trabalhando na armação, três de apoio que podem auxiliar e no manuseio das guias e alvéolos e mais um pedreiro responsável por acompanhar os processos de concretagem, vibração do concreto, sarrafeamento e acabamento da face superficial dos painéis de concreto armado, foi observado que a produção cai quando um dos funcionários falta o trabalho ou quando um dos funcionários sai com a equipe de montagem desfalcando a produção.



Figura 3-25 Equipe de execução (Autor 2013)

A equipe de execução deve ser independente da equipe de fabricação dos painéis evitando assim pegar um funcionário emprestado, a equipe de execução deve ser composta por: um operador de guindaste ou caminhão munck, um soldador para unir a armação dos painéis, um pedreiro para garantir prumo e posicionamento correto do painel e um ajudante para serviços de auxílio.

Um dos fatores que também atrapalhou na produção é a falta das peças metálicas usadas como forma para os painéis, atualmente só existem peças para completar uma pista, portanto enquanto uma pista esta sendo preenchida a outra fica parada.

Em comparação com os outros métodos estudados, concluí-se que os sistemas são relativamente equivalentes pois as etapas de montagem de armações, instalações, fôrmas e de concretagem são bem similares. Assim como tempo esperado para desforma e cura das peças de concreto, portanto o maior diferencial para obter maiores padrões de produção é relacionado diretamente à quantidade e a qualidade tanto das

equipes de funcionários quanto dos equipamentos disponíveis, que são variáveis de acordo com cada obra e projeto. Em todos os casos quanto maior for a padronização da fabricação e produção melhor vão ser os índices de produção.

### **3.4.5 Custos**

Analisando um orçamento realizado pela empresa fica constatado que o preço cobrado por metro quadrado de painel é de R\$ 95,00 ou R\$ 266,00 por metro linear para painéis de 2,80 m de pé direito. O preço da montagem esta incluído pela empresa fabricante, porém deve ser negociado um preço pelo transporte e a execução do grauteamento para união dos painéis deve ser por conta do cliente assim como todos os outros serviços de acabamento. A Figura 3.26 demonstra a tabela do orçamento apresentado ao cliente de Vargem Grande que contratou a empresa.

| Painel       | Comprimento (m) | Área (m <sup>2</sup> ) | Concreto (m <sup>3</sup> ) | Preço (R\$)          |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1            | 4,11            | 11,508                 | 0,92                       | R\$ 1.093,26         |
| 2            | 1,43            | 4,004                  | 0,32                       | R\$ 380,38           |
| 3            | 2,93            | 8,204                  | 0,66                       | R\$ 779,38           |
| 4            | 4,48            | 12,544                 | 1,00                       | R\$ 1.191,68         |
| 5            | 1,81            | 5,068                  | 0,41                       | R\$ 481,46           |
| 6            | 2,93            | 8,204                  | 0,66                       | R\$ 779,38           |
| 7            | 2,93            | 8,204                  | 0,66                       | R\$ 779,38           |
| 8            | 1,23            | 3,444                  | 0,28                       | R\$ 327,18           |
| 9            | 1,81            | 5,068                  | 0,41                       | R\$ 481,46           |
| 10           | 1,23            | 3,444                  | 0,28                       | R\$ 327,18           |
| 11           | 1,81            | 5,068                  | 0,41                       | R\$ 481,46           |
| 12           | 1,23            | 3,444                  | 0,28                       | R\$ 327,18           |
| 13           | 1,43            | 4,004                  | 0,32                       | R\$ 380,38           |
| 14           | 1,23            | 3,444                  | 0,28                       | R\$ 327,18           |
| 15           | 3,23            | 9,044                  | 0,72                       | R\$ 859,18           |
| 16           | 2,96            | 8,288                  | 0,66                       | R\$ 787,36           |
| 17           | 1,60            | 4,48                   | 0,36                       | R\$ 425,60           |
| 18           | 5,16            | 14,448                 | 1,16                       | R\$ 1.372,56         |
| 19           | 4,96            | 13,888                 | 1,11                       | R\$ 1.319,36         |
| 20           | 3,23            | 9,044                  | 0,72                       | R\$ 859,18           |
| 21           | 3,84            | 10,752                 | 0,86                       | R\$ 1.021,44         |
| 22           | 2,91            | 8,148                  | 0,65                       | R\$ 774,06           |
| 23           | 1,49            | 4,172                  | 0,33                       | R\$ 396,34           |
| 24           | 1,89            | 5,292                  | 0,42                       | R\$ 502,74           |
| <b>TOTAL</b> | <b>61,86</b>    | <b>173,208</b>         | <b>13,85664</b>            | <b>R\$ 16.454,76</b> |

Figura 3-26 Tabela orçamentária (Autor 2013)

A maioria dos clientes que contrataram a empresa apresentaram somente projetos de casas de um ou dois pavimentos, portanto a empresa não chegou a praticar seus preços ideais de mercado, em um caso ideal específico montando uma linha de fabricação no local de uma obra de grandes proporções economizando em transportes.

A única vantagem em relação a custos do painel alveolar é o seu formato vazado é o menor consumo de material acarretando em menor custo de produção em comparação com os painéis maciços de 10 cm de espessura. Em um estudo realizado por (Alves e Peixoto 2011), foi constatado que para os métodos de painéis de concreto armado empregados se torna cada vez mais vantajoso quando sua produção é padronizada e feita em grande escala. Os resultados apresentaram uma grande economia e um prazo mais curto de execução conforme o número de habitações de um projeto cresce.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho propôs uma análise de diversas etapas desenvolvidas por uma empresa que empregou um método construtivo ainda pouco utilizado no estado do Rio de Janeiro, foram comparados métodos similares que são mais usados no mercado atualmente, sendo todos empregando o uso de concreto armado como matéria prima.

O método introduzido pela empresa na qual foi baseado este estudo de caso apresentou pequenas vantagens em relação aos outros métodos estudados, como padrões de qualidade e desempenho de isolamentos térmico e acústico, o padrão vazado do painel em relação aos maciços também garante um menor consumo de material e custo de produção. Outra vantagem foram os prazos, pois os pré-fabricados tem as suas etapas de moldagem separadas das de execução ao contrário dos métodos moldados in loco, portanto os pré-fabricados podem trabalhar com prazos separados. Em alguns itens os métodos se equivaleram como produtividade e custos, já no aspecto de segurança o método de painéis alveolares apresenta uma desvantagem devido ao numero de vezes que os painéis tem de ser manuseados e transportados podendo gerar mais acidentes.

Foi verificado que o emprego de painéis pré-fabricados em concreto armado pode ser vantajoso e lucrativo desde que utilizados em escala industrial visando à padronização dos pré-fabricados que só tendem a ganhar em qualidade e produtividade. Quando padronizados será mais fácil e rápida a produção que certamente apresentará menos falhas como erros de dimensões e posicionamento das fôrmas dos vãos.

Pode-se então concluir que apesar do custo elevado da implementação do sistema que requer o preparo de uma estrutura que possa fornecer boas condições de produção tanto para os funcionários quanto para o maquinário que deverá içar e transportar os painéis, o sistema pode ser bem vantajoso em comparação aos outros métodos usados atualmente na região que é a velocidade de fabricação e execução que aliados à qualidade e custo de material não ficam em tanta desvantagem, o ideal é que o método seja empregado em grande escala como em projetos de habitações padronizadas desta forma é até viável que a empresa monte uma estrutura capaz de

usinar concreto e produzir os painéis in loco ou em uma localidade próxima ao local onde serão construídas as habitações. Dessa forma a empresa vai obter mais lucros podendo oferecer ao cliente preços e prazos menores além de facilitar acompanhamentos e fiscalização de sua produção e execução

## **4.1 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Sugestões para trabalhos futuros: Procurar mais detalhes sobre os custos de produção para fazer melhor análise de como deixar o produto mais barato e competitivo, compreender melhor como está o mercado consumidor do produto para estudar futuras melhorias.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCI (2007). Banco de Obras da ABCIC. São Paulo. Disponível em: <[http://www.comunidadeconstrucao.com.br/comunidade/calandra.nsf/0/7FB8C08BD8AAE58903256D2700460388?OpenDocument&pub=T&proj=ABCIC&secao=Desta que](http://www.comunidadeconstrucao.com.br/comunidade/calandra.nsf/0/7FB8C08BD8AAE58903256D2700460388?OpenDocument&pub=T&proj=ABCIC&secao=Desta+que)>

ABREPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. 1 ed. São Paulo: Pini, 2006.

ACCETTI, K. N.. Contribuições ao Projeto Estrutural de Edifícios em Alvenaria. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos, SP, Brasil, 2008.

Alves, e Peixoto, Estudo Comparativo de Custo Entre Alvenaria Estrutural e Paredes De Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrmas de Alumínio/ Cleber de Oliveira Alves, Egleson José dos Santos Peixoto – Belém, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVICOS DE CONCRETAGEM (ABESC) (2005)- Estruturas de concreto pré-moldadas in loco. Disponível em:

<<http://www.enetec.com.br/aeaarp/99/99civi.htm>>. Acesso em: 12 Abr. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP) (2005) – Boletim Cimento Hoje - Fachadas para Montar: pré-fabricados arquitetônicos marcam o cenário urbano na virada de século. Disponível em:

<[http://www.abcp.org.br/downloads/cimento\\_hj/jornal\\_32/arquitetura.htm](http://www.abcp.org.br/downloads/cimento_hj/jornal_32/arquitetura.htm)>. Acesso em: 03 Abr. 2004.

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço. Paredes de concreto com fôrmas metálicas, 2011. Disponível em : <http://www.cbca-acobrasil.org.br/artigos-tecnicos-ler.php?cod=5255&bsc>

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Sistemas à base de cimento, 2012. Disponível em : <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/> Acesso em: 30 de agosto de 2013.

CONCRECASA FABRICACAO DE ARTEFATOS DE CONCRETO LTDA localizada na Estrada União e Indústria, 16480 Itaipava - Petrópolis - RJ - <http://www.concrecasabr.com.br/>

CORSINI, R. Capa - Paredes Normatizadas, 2012. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/TECHNE-Artigo%20Paredes.pdf> Acesso em: 1 de setembro de 2013.

ChorBlanck 2012 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO EXECUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO* COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO

DIEESE. Estudo setorial da construção 2011. Nº 56, p. 4, abril de 2011. Disponível em:<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D101>

FE92DE9D55581/estudo\_setorial\_construcao\_04-2011.pdf. Acesso em: 5 de agosto de 2013.

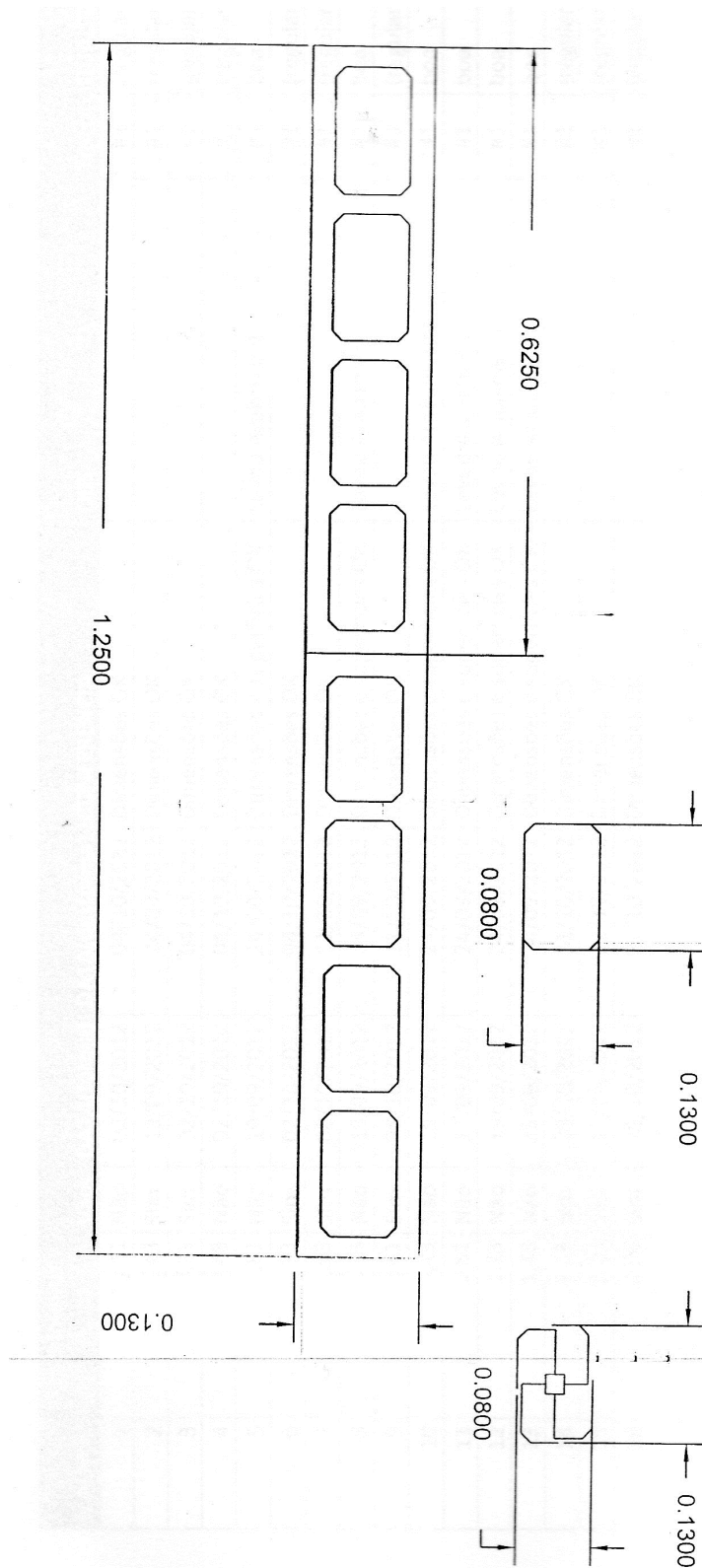
GOBBO, P. H. O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO SELO ABCIC PARA OS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Dezembro/2007, Relatório Final de pesquisa de iniciação científica.

VIERO, Leonardo K. **Industrialização da construção civil pré-fabricados em concreto.**

Disponível em: <http://www.ufsm.br/engcivil/>. Acesso em 13 de agosto de 2013,.

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

**APÊNDICE A – DESENHOS DETALHADOS DAS FORMAS**  
**DOS PRÉ FABRICADOS**



Medidas em metros.

## APÊNDICE A – TABELAS DE CONFERENCIAS DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DOS PAINÉIS



**TABELA CONFERENCIA/ QUALIDADE PAREDE**

**OBRA: CASA VARGEM GRANDE / CLIENTE:**

| N PLACA | Comprimento (m) | Vãos | DATA(forma) | DATA(desforma) | CONFERENCIA                | OBS              | Traço | QUALIDADE | APRO/REPRO |
|---------|-----------------|------|-------------|----------------|----------------------------|------------------|-------|-----------|------------|
| 1       | 4,11            | Não  | 02/10/2012  | 04/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 2       | 1,43            | Sim  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 3       | 2,93            | Sim  | 02/10/2012  | 04/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 4       | 4,48            | Não  | 02/10/2012  | 04/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 5       | 1,81            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 6       | 2,93            | Sim  | 02/10/2012  | 04/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 7       | 2,93            | Sim  | 08/10/2012  | 11/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 8       | 1,23            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 9       | 1,81            | Sim  | 08/10/2012  | 11/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 10      | 1,23            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 11      | 1,81            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 12      | 1,23            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 13      | 1,43            | Não  | 19/09/2012  | 24/09/2012     | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento | #1    | boa       | AP         |
| 14      | 1,23            | Sim  | 08/10/2012  | 11/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 15      | 3,23            | Sim  | 17/10/2012  | 22/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |
| 16      | 2,96            | Sim  | 19/10/2012  | 22/10/2012     | Dimensões OK               |                  | #1    | (regular) | AP         |

|    |      |     |            |            |                            |                                 |    |           |    |
|----|------|-----|------------|------------|----------------------------|---------------------------------|----|-----------|----|
| 17 | 1,60 | Sim | 23/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK               |                                 | #1 | (regular) | AP |
| 18 | 5,16 | Sim | 25/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK               | Rompeu em partes não essenciais | #1 | (regular) | AP |
| 19 | 4,96 | Sim | 25/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK               |                                 | #1 | (regular) | AP |
| 20 | 3,23 | Não | 08/10/2012 | 11/10/2012 | Dimensões OK               |                                 | #1 | (regular) | AP |
| 21 | 3,84 | Sim | 08/10/2012 | 11/10/2012 | Dimensões OK               |                                 | #1 | (regular) | AP |
| 22 | 2,91 | Não | 08/10/2012 | 11/10/2012 | Dimensões OK               |                                 | #1 | (regular) | AP |
| 23 | 1,49 | Não | 19/09/2012 | 24/09/2012 | Dimensões e superfícies OK | Levou Acabamento                | #1 | boa       | AP |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

**TABELA CONFERENCIA/ QUALIDADE PAREDE**  
**OBRA: CASA Teresópolis / CLIENTE: Nelson**

| N PLACA | Comprimento (m) | Vãos | DATA(forma) | DATA(desforma) | CONFERENCIA  | OBS | Traço | QUALIDADE | APRO/REPRO |
|---------|-----------------|------|-------------|----------------|--------------|-----|-------|-----------|------------|
| 1       | 4,10            | sim  | 31/10/2012  | 05/11/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 2       | 1,90            | não  | 27/09/2012  | 29/09/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 3       | 1,84            | não  | 17/10/2012  | 19/10/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 4       | 3,19            | sim  | 05/11/2012  | 07/11/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 5       | 1,80            | não  | 17/10/2012  | 19/10/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 6       | 1,40            | sim  | 30/11/2012  | 01/12/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 7       | 1,80            | não  | 17/10/2012  | 19/10/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 8       | 1,40            | sim  | 31/10/2012  | 05/11/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |
| 9       | 0,78            | não  | 30/11/2012  | 01/12/2012     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | Ap         |

|     |      |     |            |            |              |                            |    |         |    |
|-----|------|-----|------------|------------|--------------|----------------------------|----|---------|----|
| 9,1 | 0,78 | não | 30/11/2012 | 01/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 10  | 3,19 | sim | 31/10/2012 | 05/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 11  | 3,80 | não | 25/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 12  | 2,20 | não | 25/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 13  | 2,00 | sim | 30/11/2012 | 01/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 14  | 2,20 | não | 25/10/2012 | 29/10/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 15  | 2,00 | sim | 30/11/2012 | 01/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 16  | 0,68 | não | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 17  | 1,48 | sim | 30/11/2012 | 01/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 18  | 0,68 | não | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 19  | 2,00 | não | 31/10/2012 | 05/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 20  | 1,48 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 21  | 0,85 | não | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 22  | 3,70 | não | -          | -          | Dimensões OK | Placa já estava Pronta     |    | regular | Ap |
| 23  | 4,10 | sim | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 24  | 1,35 | não | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 25  | 3,70 | não | 31/10/2012 | 05/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 26  | 0,77 | não | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 27  | 1,52 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 28  | -    |     |            |            |              |                            |    |         |    |
| 29  | 1,37 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 30  | 4,05 | sim | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 31  | 2,15 | não | 07/11/2012 | 12/11/2012 | Dimensões OK | Placa quebrada na montagem | #1 | regular | Ap |
| 31  | 2,15 | não | 03/01/2013 | 12/11/2012 | Dimensões OK | Fabricada para reposição   | #1 | regular | Ap |
| 32  | 2,04 | não | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 33  | 0,84 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |
| 34  | 2,27 | não | 07/11/2012 | 12/11/2012 | Dimensões OK |                            | #1 | regular | Ap |

|      |      |     |            |            |              |  |    |         |    |
|------|------|-----|------------|------------|--------------|--|----|---------|----|
| 35   | 1,77 | não | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 36   | 0,84 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 37   | 2,97 | sim | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 38   | 0,90 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 39   | 1,94 | sim | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 40   | 2,25 | não | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 41   | 0,68 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 42   | 0,70 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK | Placa quebrada na montagem               | #1 | regular | Ap |
| 42   | 0,70 | não | 03/01/2013 | 13/12/2012 | Dimensões OK | Fabricada para reposição                 | #1 | regular | Ap |
| 42,1 | 1,38 | não | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 43   | 1,99 | não | 14/11/2012 | 21/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 44   | 2,00 | sim | 04/12/2012 | 07/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 46   | 0,81 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 47   | 1,53 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 48   | 1,53 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK | Pequena ruptura na lateral, foi reparada | #1 | regular | Ap |
| 49   | 1,43 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 50   | 1,37 | não | 10/12/2012 | 13/12/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | Ap |
| 51   | 1,43 | sim | 06/12/2012 | 10/12/2012 | Dimensões OK |  |    |         |    |
| 52   | 3,97 | não | -          | -          | Dimensões OK | Placa já estava Pronta                   | -  | regular | Ap |



TABELA CONFERENCIA/ QUALIDADE PAREDE

OBRA: Muro / CLIENTE: Brasinha

| N PLACA | Comprimento (m) | Altura | Vãos | DATA(forma) | DATA(desforma) | CONFERENCIA  | OBS                           | Traço | QUALIDADE | APRO/REPRO |
|---------|-----------------|--------|------|-------------|----------------|--------------|-------------------------------|-------|-----------|------------|
| 1       | 2,50            | 2,40   | não  | 23/10/2012  | 25/10/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 2       | 2,81            | 2,40   | não  | 23/10/2012  | 25/10/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 3       | 2,74            | 2,90   | não  | 19/10/2012  | 22/10/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 4       | 2,84            | 2,90   | não  | 19/10/2012  | 22/10/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 5       | 2,70            | 3,40   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 6       | 2,84            | 3,40   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 7       | 2,73            | 3,90   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 8       | 2,82            | 3,90   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 9       | 2,70            | 3,90   | não  | 04/12/2012  | -              |              |                               |       |           |            |
| 10      | 2,92            | 3,90   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 11      | 2,40            | 3,40   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 12      | 2,34            | 3,40   | não  | -           | -              |              | placa já pronta anteriormente | #1    | regular   | AP         |
| 13      | 2,38            | 3,40   | não  | 29/10/2012  | 01/11/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 14      | 2,71            | 3,40   | não  | 29/10/2012  | 01/11/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 15      | 2,91            | 3,40   | não  | 08/11/2012  | 13/11/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 16      | 2,80            | 3,40   | não  | 08/11/2012  | 13/11/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 17      | 2,80            | 3,40   | não  | 14/11/2012  | 16/01/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |
| 18      | 3,10            | 2,80   | não  | 07/11/2012  | 09/11/2012     | Dimensões OK |                               | #1    | regular   | AP         |



|    |      |      |     |            |            |              |  |    |         |    |
|----|------|------|-----|------------|------------|--------------|--|----|---------|----|
| 2B | 2,90 | 2,80 | não | 07/11/2012 | 09/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | AP |
| 3B | 3,70 | 2,80 | não | 07/11/2012 | 09/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | AP |
| 4B | 2,72 | 1,80 | não | 09/11/2012 | 13/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | AP |
| 5B | 2,72 | 1,80 | não | 09/11/2012 | 13/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | AP |
| 6B | 2,70 | 1,80 | não | 09/11/2012 | 13/11/2012 | Dimensões OK |  | #1 | regular | AP |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

**TABELA CONFERENCIA/ QUALIDADE PAREDE**

**OBRA: Oficina**

| N PLACA | Comprimento (m) | Altura | Vãos | DATA(forma) | DATA(desforma) | CONFERENCIA  | OBS | Traço | QUALIDADE | APROVADO/REPROVADO |
|---------|-----------------|--------|------|-------------|----------------|--------------|-----|-------|-----------|--------------------|
| 1       | 5,00            | 2,80   | não  | 03/01/2013  | 07/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 2       | 1,72            | 2,80   | não  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 3       | 4,26            | 2,80   | sim  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 4       | 1,72            | 2,80   | não  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 5       | 1,48            | 2,80   | não  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 6       | 1,08            | 2,80   | sim  | 03/01/2013  | 07/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 7       | 0,80            | 2,80   | não  | 03/01/2013  | 07/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 8       | 1,48            | 2,80   | não  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 9       | 1,08            | 2,80   | sim  | 08/01/2013  | 11/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |
| 10      | 3,76            | 2,80   | não  | 03/01/2013  | 07/01/2013     | Dimensões OK |     | #1    | regular   | AP                 |

## APÊNDICE B – TABELAS DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE NA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS



15/10/2012 -  
20/10/2012

| Equipe       | H | Seg      | Ter       | Quar      | Qui       | Sex       | Sab      | Total      |
|--------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | -        | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 32         |
| Hermes       | 1 | -        | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 32         |
| Leandro      | 1 | -        | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 32         |
| José         | 1 | -        | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 32         |
| William      | 1 | -        | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 32         |
| Maicon       | 1 | -        | 4         | 0         | 8         | 8         | -        | 20         |
| <b>Total</b> |   | <b>0</b> | <b>44</b> | <b>40</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>180</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
| vargem Grande  | 6,19   | 17,33 | 17,33        |
| Casa do nelson | 5,58   | 15,62 | 15,62        |
| Muro Brasinha  | 5,44   | 15,23 | 15,23        |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>48,19</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 48,19 |
| Homem x Hora            | 180   |
| Produtividade           | 0,27  |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

22/10/2012 -27/10/2012

| Equipe       | H | Seg       | Ter       | Quar      | Qui       | Sex       | Sab      | Total      |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Hermes       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| José         | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| William      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Maicon       | 1 | 8         | 8         | 0         | 0         | 8         | -        | 24         |
| <b>Total</b> |   | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>40</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>224</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
| vargem Grande  | 11,71  | 32,79 | 32,79        |
| Casa do nelson | 8,20   | 22,96 | 22,96        |
| Muro Brasinha  | 5,31   | 12,74 | 12,74        |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>68,49</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 68,49 |
| Homem x Hora            | 224   |
| Produtividade           | 0,31  |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

29/10/2012 -03/11/2012

| Equipe       | H | Seg       | Ter       | Quar      | Qui       | Sex      | Sab      | Total      |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Hermes       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| José         | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Vitor        | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| <b>Total</b> |   | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>192</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
|                | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| Casa do nelson | 14,39  | 40,29 | 40,29        |
| Muro Brasinha  | 5,09   | 17,31 | 17,31        |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>57,60</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 57,60 |
| Homem x Hora            | 192   |
| Produtividade           | 0,30  |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

04/11/2012 -09/11/2012

| Equipe       | H | Seg       | Ter       | Quar      | Qui       | Sex       | Sab      | Total      |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Hermes       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| José         | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| William      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Maicon       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| <b>Total</b> |   | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>240</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
|                | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| Casa do nelson | 4,42   | 12,38 | 12,38        |
| Muro Brasinha  | 23,55  | 61,23 | 61,23        |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>73,60</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 73,60 |
| Homem x Hora            | 240   |
| Produtividade           | 0,31  |



**CONCRECASA**  
CONSTRUÇÕES MODULARES

12/11/2012 -17/11/2012

| Equipe       | H | Seg       | Ter       | Quar      | Qui       | Sex      | Sab      | Total      |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Hermes       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| José         | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| William      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| Maicon       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 0        | -        | 32         |
| <b>Total</b> |   | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>192</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
|                | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| Casa do nelson | 15,33  | 42,92 | 42,92        |
| Muro Brasinha  | 2,80   | 9,52  | 9,52         |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>52,44</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 52,44 |
| Homem x Hora            | 192   |
| Produtividade           | 0,27  |



21/11/2012 -24/11/2012

| Equipe       | H | Seg      | Ter      | Quar      | Qui       | Sex       | Sab      | Total      |
|--------------|---|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 0        | 0        | 8         | 0         | 0         | -        | 8          |
| Hermes       | 1 | 0        | 0        | 8         | 8         | 8         | -        | 24         |
| Leandro      | 1 | 0        | 0        | 8         | 8         | 8         | -        | 24         |
| José         | 1 | 0        | 0        | 8         | 8         | 8         | -        | 24         |
| William      | 1 | 0        | 0        | 8         | 8         | 8         | -        | 24         |
| Maicon       | 1 | 0        | 0        | 8         | 8         | 8         | -        | 24         |
| <b>Total</b> |   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>40</b> | <b>0</b> | <b>128</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
| Casa Colibri   | 11,05  | 30,94 | 30,94        |
| Casa do nelson | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| Muro Brasinha  | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>30,94</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 30,94 |
| Homem x Hora            | 128   |
| Produtividade           | 0,24  |



26/11/2012 -  
01/12/2012

| Equipe       | H | Seg       | Ter       | Quar      | Qui       | Sex       | Sab      | Total      |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Marcelo      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Hermes       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Leandro      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| José         | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| William      | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| Maicon       | 1 | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | -        | 40         |
| <b>Total</b> |   | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>48</b> | <b>0</b> | <b>240</b> |

| Produção       | linear | Área  | total        |
|----------------|--------|-------|--------------|
| Casa Colibri   | 19,30  | 54,04 | 54,04        |
| Casa do nelson | 8,44   | 23,63 | 23,63        |
| Muro Brasinha  | 0,00   | 0,00  | 0,00         |
| <b>Total</b>   |        |       | <b>77,67</b> |

| Índice de produtividade |       |
|-------------------------|-------|
| Total Produzido (m2)    | 77,67 |
| Homem x Hora            | 240   |
| Produtividade           | 0,32  |