



Felipe Rodrigues Branco

**Uso de Argamassa Pronta Não-cimentícia para  
Assentamento de Alvenaria em um Edifício na Cidade  
de Santarém-PA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Instituto de Tecnologia  
Mestrado Profissional em Processos Construtivos  
e Saneamento Urbano

Dissertação orientada pelo Professor Dr. Dênio Ramam Carvalho de  
Oliveira

Belém - Pará - Brasil  
2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS**  
**CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

**USO DE ARGAMASSA PRONTA NÃO-CIMENTÍCIA PARA**  
**ASSENTAMENTO DE ALVENARIA EM UM EDIFÍCIO NA**  
**CIDADE DE SANTARÉM-PA**

**ENG. CIVIL FELIPE RODRIGUES BRANCO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Belém - PA

2015

# **USO DE ARGAMASSA PRONTA NÃO-CIMENTÍCIA PARA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA EM UM EDIFÍCIO NA CIDADE DE SANTARÉM-PA**

**ENG. CIVIL FELIPE RODRIGUES BRANCO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração Construção Civil e Materiais, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Aprovada em 26 de Fevereiro de 2015.

---

Dênio Ramam Carvalho de Oliveira, D.Sc. - Coordenador do PPCS

---

Dênio Ramam Carvalho de Oliveira, D.Sc. - Orientador

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Adelson Bezerra de Medeiros  
(Examinador Externo - UFPA)

---

Prof. Dr. Bernardo Borges Pompeu Neto  
(Examinador Interno - UFPA)

Belém/Pará  
Fevereiro de 2015

"O prazer no trabalho aperfeiçoa a obra."

## **DEDICATÓRIA**

A Deus por ter me dado forças e sabedoria para concluir este trabalho

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor e orientador, Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira, por ter me ajudado de prontidão quando requisitado, pela sua excelente orientação e paciência demonstrada durante a elaboração desta dissertação.

Aos meus pais, que me deram base e suporte para alcançar todas as conquistas da minha vida.

Aos professores da Universidade Federal do Pará que se dispuseram a ministrar o curso de Mestrado na cidade de Santarém-PA.

À empresa R Branco Engenharia e sua equipe de engenheiros, estagiários, setor de compras e outros envolvidos, que não mediram esforços para fornecer todo o apoio necessário para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

As argamassas colantes representam até um quarto do peso de uma edificação, e representam cerca de 6% do custo total de um edifício, deste modo ocupa uma parcela importante no orçamento de toda obra. O assentamento de alvenaria executado de forma tradicional ainda gera grandes prejuízos de material, mão-de-obra e logística. Desta forma, nesta pesquisa procura-se propor uma nova alternativa para o assentamento de alvenaria, com o uso de argamassa pronta não cimentícia. Para tal análise foi acompanhado um estudo de caso que apresenta uma situação quase que ideal, um prédio com pavimentos idênticos onde parte foram executados com argamassa convencional e o restante com argamassa pronta. Foram observados todos os elementos da cadeia executiva, desde a compra dos materiais, o preparo e transporte das argamassas até o local de uso, assim como sua execução e produtividade. Também foram analisados aspectos físicos destas tecnologias e a análise de custos. De forma a apresentar uma análise completa das duas metodologias executivas. Constatou-se que ao adotar esta nova tecnologia, a empresa encontrou algumas dificuldades, no entanto os benefícios adquiridos por fim às sobrepuseram, e soluções foram encontradas para contorna-los. Os principais pontos positivos foram o dinamismo quanto ao seu transporte e sua fácil utilização, o expressivo ganho de produtividade e a comprovada redução real do custo do serviço de assentamento de alvenaria. Foi possível concluir que, após analisar os mais diversos aspectos das duas argamassas, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, a argamassa pronta não cimentícia foi aprovada para o uso em obras residenciais, com diversas vantagens frente à argamassa convencional de cimento.

**Palavra-chave:** argamassa pré-fabricada, argamassa pronta, argamassa não cimentícia, argamassa polimérica

## ABSTRACT

The adhesive mortars represent up to a quarter of the weight of a building, and represent about 6% of the total cost of a building, thus occupies an important part in the budget of every work. The masonry settlement executed in the traditional way still causes extensive damage of material, labor and logistics. Thus, this research aims to propose a new alternative to the masonry settlement, with the use of prefabricated not cementitious mortar. For this analysis was followed a case study that presents a situation almost ideal, a building with the same floor where some were executed with conventional mortar and the rest with dry mortar. All members of the executive chain were observed, from the purchase of materials, preparation and transport of mortar to the place of use, as well as their execution and productivity. Were also analyzed physical aspects of these technologies and the cost analysis? In order to present a complete analysis of two executive methodologies. It was found that by adopting this new technology, the company found some difficulties, however the benefits obtained an end to overlap, and solutions have been found to get around them. The main positive points were the dynamism as to transport and easy operation, the significant gains in productivity and the proven real reduction in the cost of brick-laying service. It was concluded that, after analyzing the various aspects of the two mortars, both qualitatively and quantitatively, the prefabricated mortar was approved for use in residential construction, with several front advantages to conventional cement mortar.

**Keyword:** prefabricated mortar, not cementitious mortar, polymeric mortar

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fluxograma dos processos para a argamassa mista preparada em obra (REGATTIERI, 2006) .....	9
Figura 02 – Fluxograma dos processos para argamassa industrializada em sacos (REGATTIERI, 2006) .....	10
Figura 03 – Fachada frontal da obra em Novembro de 2014 .....	15
Figura 04 – Central de argamassa da obra .....	18
Figura 05 – Método de aplicação da argamassa industrializada .....	23
Figura 06 – Bisnaga de 2,5 Kg do Fabricante 1 .....	24
Figura 07 – Embalagens do fabricante 2.....	26
Figura 08 – Bisnaga do fabricante 2.....	27
Figura 09 – Tempo para chegada dos materiais na obra.....	28
Figura 10 – Perdas de material por estoque e manuseio .....	35
Figura 11 – Embalagem do fabricante 2 danificada.....	36
Figura 12 – Validade dos materiais .....	37
Figura 13 – Tempo para mistura dos materiais.....	39
Figura 14 – Tempo de reação dos componentes.....	43
Figura 15 – Produtividade da alvenaria antes e depois da utilização da argamassa pronta .....	47
Figura 16 – Ensaio de pesagem do conjunto tijolo e argamassa (VERBAMFIX, 2013) .....	48
Figura 17 - Nivelamento das fiadas com argamassa convencional.....	54
Figura 18 – Falta de uniformidade dimensional dos tijolos cerâmicos.....	55
Figura 19 – Falta de nivelamento das fiadas com argamassa pronta ocorrido nos primeiros testes .....	56
Figura 20 – Utilização de lascas de tijolo para compensar defeitos nos tijolos .....	56
Figura 21 – Melhoras no nivelamento da alvenaria com a adoção de novos procedimentos.....	57
Figura 22 – Ajuste da altura das fiadas com auxílio da fiada de marcação .....	58
Figura 23 – Colocação da verga, contra verga e encunhamento sem necessidade de quebra dos tijolos .....	59
Figura 24 – Encunhamento de alvenaria com argamassa convencional com argamassa expansiva.....	60

Figura 25 – Encunhamento de alvenaria com argamassa pronta utilizando tijolo a 45 graus .....	61
Figura 26 – Espaços existente entre os tijolos de parede externa devido à ausência de junta vertical .....	62
Figura 27 – Quebra de alvenaria sem reaproveitamento devido à utilização de argamassa pronta.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Usos, funções e propriedades das argamassas (MARTINELLI, 1991) ...	8
Tabela 02 – Granulometria da areia .....	20
Tabela 03 – Comparação das argamassas dos fabricantes 1 e 2 .....	25
Tabela 04 – Tempo para descarga dos materiais utilizando 2 funcionários desconsiderando o tempo da areia .....	30
Tabela 05 – Tempo para descarga dos materiais utilizando 2 funcionários considerando o tempo da areia .....	31
Tabela 06 – Procedimentos para recebimento de materiais (adaptado de REGATTIERI, 2006) .....	32
Tabela 07 – Áreas necessárias para armazenamento de materiais (SOUZA,2000).	34
Tabela 08 – Área de estoque de materiais para 1 m <sup>2</sup> de alvenaria.....	34
Tabela 09 – Confeção do traço .....	38
Tabela 10 – Tempo de transporte dos materiais para 1 m <sup>2</sup> de alvenaria .....	41
Tabela 11 – Produtividade no assentamento de alvenaria (m <sup>2</sup> /h.dia) .....	45
Tabela 12 – Produtividade teórica para alvenaria de tijolo cerâmico (PINI 2008)....	46
Tabela 13 – Peso da alvenaria com tijolos cerâmicos (adaptado de Verbamfix, 2013) .....	48
Tabela 14 – Ensaio de resistência de alvenaria com tijolos cerâmicos (adaptado de CIENTEC, 2010).....	49
Tabela 15 – Composição de custos da argamassa convencional - traço 1:5 (m <sup>3</sup> )....	51
Tabela 16 – Composição de custos da alvenaria utilizando argamassa convencional .....	51
Tabela 17 – Composição de custos da alvenaria utilizando argamassa pronta não cimentícia .....	52
Tabela 18 – Comparativo de custos das argamassas .....	52
Tabela 19 – Comparativo da argamassa pronta não cimentícia com a argamassa convencional.....	64
Tabela 20 – Vantagens e desvantagens da argamassa pronta não cimentícia em comparação à argamassa convencional .....	66
Tabela 21 – Soluções propostas para os pontos negativos encontrados .....	67

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1.	JUSTIFICATIVA.....	2
1.2.	OBJETIVOS.....	3
1.2.1.	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>3</b>
1.2.2.	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>3</b>
1.2.3.	<b>Estrutura dos capítulos .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>REVISAO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	5
2.2.	AS ARGAMASSAS .....	6
2.2.1.	<b>Argamassas convencionais .....</b>	<b>7</b>
2.2.2.	<b>Argamassas industrializadas .....</b>	<b>9</b>
2.3.	O PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS.....	10
2.4.	A LOGÍSTICA DE SUPRIMENTOS .....	12
<b>3.</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>14</b>
3.1.	METODOLOGIA .....	14
3.1.1.	<b>Descrição da obra em estudo .....</b>	<b>14</b>
3.1.2.	<b>Coleta de dados .....</b>	<b>15</b>
3.1.3.	<b>Análise de dados.....</b>	<b>16</b>
3.2.	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO E ESCOLHA DO TEMA.....	16
3.3.	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS EM ESTUDO.....	19
3.3.1.	<b>Argamassa convencional .....</b>	<b>19</b>
3.3.1.1.	Areia .....	19
3.3.1.2.	Cimento.....	21
3.3.1.3.	Aditivo de liga.....	21
3.3.1.4.	Betoneira.....	21
3.3.2.	<b>Argamassa pronta não cimentícia .....</b>	<b>22</b>
3.4.	COMPARATIVO DAS ARGAMASSAS.....	27
3.4.1.	<b>Logística de compra dos materiais.....</b>	<b>27</b>
3.4.2.	<b>Descarga dos materiais em obra .....</b>	<b>28</b>
3.4.3.	<b>Estocagem dos materiais em obra .....</b>	<b>32</b>
3.4.4.	<b>Validade dos materiais.....</b>	<b>36</b>
3.4.5.	<b>Confecção do traço e preparo das argamassas .....</b>	<b>37</b>

3.4.6.	Transporte vertical dos materiais .....	40
3.4.7.	Tempo de reação .....	42
3.4.8.	Produtividade no assentamento de alvenaria cerâmica.....	43
3.4.9.	Peso da alvenaria com argamassa .....	47
3.4.10.	Resistência mecânica .....	49
3.4.11.	Cálculo do custo final .....	50
3.4.12.	Sustentabilidade ambiental .....	53
3.5.	DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	53
3.5.1.	Ajuste do nível das fiadas .....	53
3.5.2.	Ajuste da altura das fiadas .....	57
3.5.3.	Maior rigidez da alvenaria, exigindo mudança no procedimento de encunhamento.....	59
3.5.4.	Permeabilidade da alvenaria e problemas de infiltração.....	61
3.5.5.	Desperdício no desmonte da alvenaria .....	62
3.6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	63
4.	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma área que evolui muito lentamente em comparação às outras áreas, como por exemplo a Medicina. Há 50 anos atrás o procedimento para transplante de coração era completamente diferente do procedimento atual, com o advindo da utilização de novas técnicas, equipamentos e o constante anseio da sociedade para que haja sempre melhorias, com menor risco de vida, sequelas e tempo de internamento. Porém, infelizmente este fato não é o que ocorre na área de construção civil. Há uma certa resistência tanto dos clientes quanto de alguns construtores para adotar novas tecnologias em seus procedimentos. Isto se deve à desconfiança destes novos métodos, sendo que muitos preferem utilizar uma técnica antiga já consagrada do que ser expor ao risco de possíveis patologias ainda desconhecidas.

Com o aquecimento do Mercado Imobiliário nos anos anteriores devido ao aumento de crédito e a conseqüente facilidade de financiamento de imóveis, assim como a construção de grandes projetos habitacionais providos pelo governo, houve um grande aumento de empresas e novos investidores no segmento e o conseqüente aumento da concorrência. Dentre os vários programas do governo federal/estadual criados com objetivo de reduzir o déficit habitacional do país, o programa Minha Casa Minha Vida, criado em abril de 2009, foi o que teve maior destaque.

Contudo, apesar deste aquecimento no mercado, o crescimento do setor da construção civil na sua maioria não foi acompanhado por uma evolução na racionalização e na industrialização dos canteiros. Como conseqüência, ainda há um uso intensivo de mão-de-obra, algumas vezes sem a capacitação adequada, produtos/imóveis entregues com baixa qualidade e prazos contratuais que não são cumpridos.

Logo este cenário começa a se alterar, com o desaquecimento do mercado, aumento de exigências para a obtenção de financiamentos imobiliários, aumento das taxas de juros e expectativas de uma crise que está por vir. Ao lado disto, os clientes também se tornaram mais exigentes e conscientes de seus direitos, devido à facilidade de acesso a informações no assunto. Com isto dois fenômenos tomaram lugar na situação atual da construção civil: a maior exigência por parte dos consumidores e o aumento da concorrência entre as empresas em um mercado

cada vez mais escasso. Para sobreviver em tal mercado e se manter competitiva é necessário que as construtoras sejam muito mais eficientes do que no passado, atingindo prazos cada vez menores e uma construção mais enxuta. Essa eficiência pode ser conseguida através de uma atuação consciente quanto à qualidade, à produtividade e a utilização de novos métodos, processos e sistemas construtivos.

Ocorrem muitos problemas com argamassas que podem estar ligados às atividades produtivas, tais como patologias, desperdícios de materiais, de mão-de-obra, de tempo e elevados custos de produção. O tipo de argamassa, quanto à forma de produção, interfere nas atividades de produção e logística de canteiro de obras, assim como na escolha das ferramentas e equipamentos necessários à execução dos serviços.

Desta forma, nesta pesquisa procura-se propor uma nova técnica para assentamento de alvenaria cerâmica, com o uso de argamassa pronta não cimentícia. Para tal análise foi acompanhado um estudo de caso que apresenta uma situação quase que ideal, um prédio com pavimentos idênticos onde parte foram executados com argamassa convencional e o restante com argamassa pronta. Foram observados todos os elementos da cadeia executiva, desde a compra dos materiais, o preparo e transporte das argamassas até o local de uso, assim como sua execução e produtividade. Também serão analisados aspectos físicos destas tecnologias e a análise de custos. De forma a apresentar uma análise completa das duas metodologias executivas.

### 1.1.JUSTIFICATIVA

A construção civil desempenha um papel essencial no desenvolvimento econômico do Brasil, porém ainda é um dos setores conhecida pela sua ineficiência de mão-de-obra, perdas excessivas e grande impacto ambiental. Diversos pesquisadores como Formoso (1996) apontam que o setor ainda sofre com o grande número de perdas, que muitas vezes são entendidas como sendo apenas desperdício de materiais, mas que devem ser consideradas num sentido mais amplo, onde se inclui o uso ineficiente de equipamentos, mão-de-obra e recursos diversos.

Diante dessa realidade, deve-se otimizar os processos, buscando incorporar novas tecnologias com o intuito de proporcionar melhorias e modernização ao setor,

como o emprego de metodologias de planejamento e controle, o uso de novos equipamentos, assim como a adoção de novos materiais e técnicas executivas.

O assentamento de tijolos com argamassa convencional peca em diversos aspectos, na falta de controle de produção da argamassa, gargalos no transporte desta até o local de uso e baixa produtividade gerando grande e oneroso desperdício de mão-de-obra e material assim como prejuízos à logística da obra. Nesse sentido de melhoria, ocorreu a introdução das argamassas industrializadas no mercado brasileiro, dentro as quais estão as argamassas prontas não cimentícia. Produto este relativamente novo, com poucos estudos sobre o assunto, mas que já possuem diversos fabricantes expondo suas vantagens, e empresas utilizando-o em larga escala em grandes condomínios e edifícios.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. **Objetivo Geral**

Comparar as vantagens e desvantagens do uso da argamassa pronta não cimentícia em substituição à argamassa convencional de cimento para o assentamento de alvenaria cerâmica; realizando um estudo de caso em um edifício residencial onde foi utilizado as duas tecnologias.

### 1.2.2. **Objetivos Específicos**

- Analisar a composição de características de cada argamassa
- Verificar junto ao Setor de Compras a logística de compra dos materiais, preços, prazos e custos de frete
- Coletar dados no Almoxarifado da obra quanto às requisições de materiais, áreas de estocagem, validade dos insumos, perdas e outros aspectos.
- Realizar investigação junto às equipes de produção de argamassa e transporte quanto aos tempos de ciclo e interferências com outros serviços.
- Elaborar entrevistas e medição com as equipes de pedreiro e servente quanto à aceitação do produto, produtividade, dificuldades encontradas e as soluções implementadas.

- Realizar um estudo de custos, com elaboração das composições unitárias para cada metodologia executiva
- Obter bibliografia pertinente ao assunto quanto à ensaios de resistência e outros aspectos físicos dos materiais

### **1.2.3. Estrutura dos Capítulos**

O presente estudo será apresentado da forma a seguir:

No Capítulo 2 será exposto pesquisa bibliográfica pertinente ao assunto quanto à importância do assunto e outros aspectos dos materiais em estudo.

No Capítulo 3 é apresentado o estudo de caso, com a metodologia de pesquisa utilizada, e todas as características analisadas para cada material, dificuldades encontradas e discussão dos diversos aspectos de cada técnica. Então é realizada a Análise dos Resultados, com resumo de todos os resultados elaborados e a apreciação destes resultados.

O Capítulo 4 apresenta as considerações finais e sugestões para continuação e aprofundamento do assunto.

Na parte final são apresentados as referências bibliográficas e os anexos dos ensaios realizados.

## 2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A construção civil é diversas vezes citada como exemplo da ineficiência da mão-de-obra brasileira, geradora de grandes desperdícios e falta de planejamento e gerenciamento. Isto onera o processo da construção e este custo acaba sendo repassado ao cliente final. Entretanto, com o mercado mais competitivo e o advindo de uma crise financeira pela frente, o mercado está se retraíndo. As maiores construtoras do país estão dando um passo atrás e revendo todo seu processo produtivo e gerencial. Afinal está claro para todos que só sobreviverão a estes momentos difíceis as empresas que adotarem uma estratégia rígida de redução de custos, planejamento e estudo do processo.

Essas estratégias a serem adotadas, segundo Vieira (2006), são:

“A melhoria dos processos logísticos para aumentar a eficiência da produção de edifícios, reduzindo os custos de produção, melhorando a qualidade do produto, aumentando a produtividade e o nível de serviço;

O estabelecimento de sistemas de parcerias com fornecedores que visualiza implantar uma cadeia de suprimentos como um fluxo integrado e único de todas as funções do negócio;

A aceleração da industrialização da construção, transferindo parte das etapas dos processos produtivos, antes realizadas no canteiro de obras, para fornecedores com mão-de-obra especializada, o que colabora para que as atividades se tornem repetitivas e padronizadas;

A incorporação de técnicas construtivas à atividade produtiva no canteiro de obras, simplificando tarefas por meio de técnicas construtivas. Alguns exemplos disso são a utilização de alvenaria estrutural que reduz significativamente o número de escoras e a elevação de estruturas por meio de fôrmas metálicas reutilizáveis, o que reduz consideravelmente o número de escoras;

A terceirização de serviços ou “outsourcing”, que é a forma de reduzir gastos com recursos humanos, contratando profissionais especializados em determinadas tarefas, sem vínculo empregatício, o que faz reduzir os custos de produção com encargos sociais”.

A busca pela melhoria da organização dos canteiros de obras proporcionada tanto pela melhoria dos métodos de gestão da logística quanto pela utilização de novas tecnologias de materiais aliadas a gestão do canteiro de obras, o que tornam os espaços mais flexíveis e auxilia as construtoras no aumento de sua produtividade.

## 2.2. AS ARGAMASSAS

As argamassas correspondem à uma parcela bastante onerosa do orçamento de uma edificação, tanto pelos custos do material aplicado, como o cimento, mas principalmente pela quantidade de homens-hora necessárias para sua aplicação. Segundo Agopyan (1992) As argamassas de assentamento representam cerca de 6% do custo total de um edifício; isto pode justificar o uso negligenciado a que vem sendo submetido, de forma que a mesma mistura sirva para inúmeros tipos de aplicação, entretanto, as consequências desta falta de especificação podem comprometer o desempenho dos componentes a ela ligado. Soma-se a esse fator que os serviços, aos quais as argamassas são aplicadas, correspondem 30% do custo total de uma edificação, tornando as correções onerosas.

Portanto os prejuízos e patologias ocasionadas por erros na dosagem em execução geram onerosos desperdícios e retrabalhos. Esta afirmação é reforçada por Sabbatini & Baía (2000), apesar de serem muito utilizadas, são ainda caracterizadas por considerável incidência de problemas patológicos, desperdícios de materiais, mão-de-obra, tempo e elevados custos de produção.

Com o objetivo de reverter esse quadro, o setor da Construção Civil vem investindo no aprimoramento de seus processos com a adoção de novas tecnologias e novos materiais. Como exemplo desse aprimoramento, cita-se o uso da argamassa industrializada. De acordo com Massetto (1998), a procura pelas argamassas industrializadas, por parte das empresas construtoras, tem sido crescente. Atualmente existem disponíveis no mercado diversos tipos de argamassas do tipo pronta, ou seja, basta o incremento de água para a sua utilização. Porém, grande parte destes produtos se assemelham bastante à argamassa tradicional. Estas são vendidas em sacos, e possuem o cimento como base de sua composição. Portanto tais tipos de argamassa trazem ganhos apenas de logística, onde não seria mais necessário a compra do cimento, areia e cal separadamente, para a então confecção do traço e finalmente utilização.

Todavia há um segundo tipo de argamassa pronta que poucos fabricantes as dispõe. São as chamadas argamassas prontas não cimentícia. Estas são oferecidas literalmente pronta para o uso, sem a necessidade de adição de água, mistura ou qualquer outro processo. São oferecidas em bisnagas plásticas, ou então em recipientes maiores para alimentação manual das bisnagas, e então direta aplicação sobre a alvenaria. Por ser um produto relativamente novo no mercado, a argamassa polimérica não dispõe de grande número de bibliografia específica, trabalhos ou artigos, excetuados os disponibilizados pelos próprios fabricantes;

### **2.2.1. Argamassas Convencionais**

Milhares de anos se passaram, e o homem não descobriu ainda nenhum ligante para construção de edifícios tão eficiente quanto à cal e seus “filhotes” (cal hidráulica e cimento Portland), o gesso, as pozolanas e o betume (GUIMARÃES, 2002). Ainda segundo Guimarães (2002), entende-se por argamassa (convencional) a “mistura entre aglomerantes inorgânicos (cal, cimento), agregados (areia natural ou artificial), água e eventualmente aditivos de forma a obter-se a homogeneização e união desses constituintes. Têm-se então as argamassas à base de cimento (simples), à base de cal (simples) e a base de cimento e cal (mista).

As argamassas são utilizadas em diversos serviços em uma obra, desde a execução de pisos, revestimento de paredes, assentamento de alvenaria, fixação de elementos estruturais, entre outros. Sendo que cada uma destas funções necessita de propriedades específicas. Martinelli (1991) organiza as características desejáveis as argamassas segundo a função a que serão utilizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Usos, funções e propriedades das argamassas (MARTINELLI, 1991)

USOS	FUNÇÕES / EXIGÊNCIA	PROPRIEDADES
<b>Assentamento estrutural</b>	Resistir a esforços mecânicos Unir os elementos da alvenaria Vedar Juntas	Trabalhabilidade; retenção de água; resistência mecânica inicial; resistência mecânica final; estabilidade volumétrica; capacidade de absorver deformações
<b>Assentamento convencional</b>	Unir os elementos da alvenaria Vedar Juntas	Trabalhabilidade; retenção de água; resistência mecânica inicial; estabilidade volumétrica; capacidade de absorver deformações
<b>Assentamento de acabamento</b>	Unir elementos de acabamento ao substrato	Trabalhabilidade; retenção de água; aderência; estabilidade volumétrica; capacidade de absorver deformações
<b>Chapisco</b>	Unir camadas de revestimento ao substrato	Trabalhabilidade, aderência
<b>Emboço</b>	Vedar alvenaria Regularizar superfície Proteger o ambiente de intempéries	Trabalhabilidade; retenção de água; aderência; estanqueidade; estabilidade volumétrica;

Pode-se resumir as propriedades desejáveis para o assentamento de alvenaria cerâmica em trabalhabilidade, retenção de água, resistência mecânica, estabilidade volumétrica e capacidade de absorver deformações. O autor, supracitado, ainda faz outras considerações quanto à interdependência dessas propriedades, “controlando a resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e aderência é possível controlar também a maior parte das outras propriedades” Martinelli (1991).

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013), as argamassas preparadas em obra são aquelas em que a medição e a mistura dos materiais ocorrem no própria obras. Seus materiais são medidos em volume ou massa; e podem ser compostas por um ou mais aglomerantes. A Figura 1 mostra o fluxograma simplificado dos processos envolvendo o preparo da argamassa rodada no canteiro de obras.

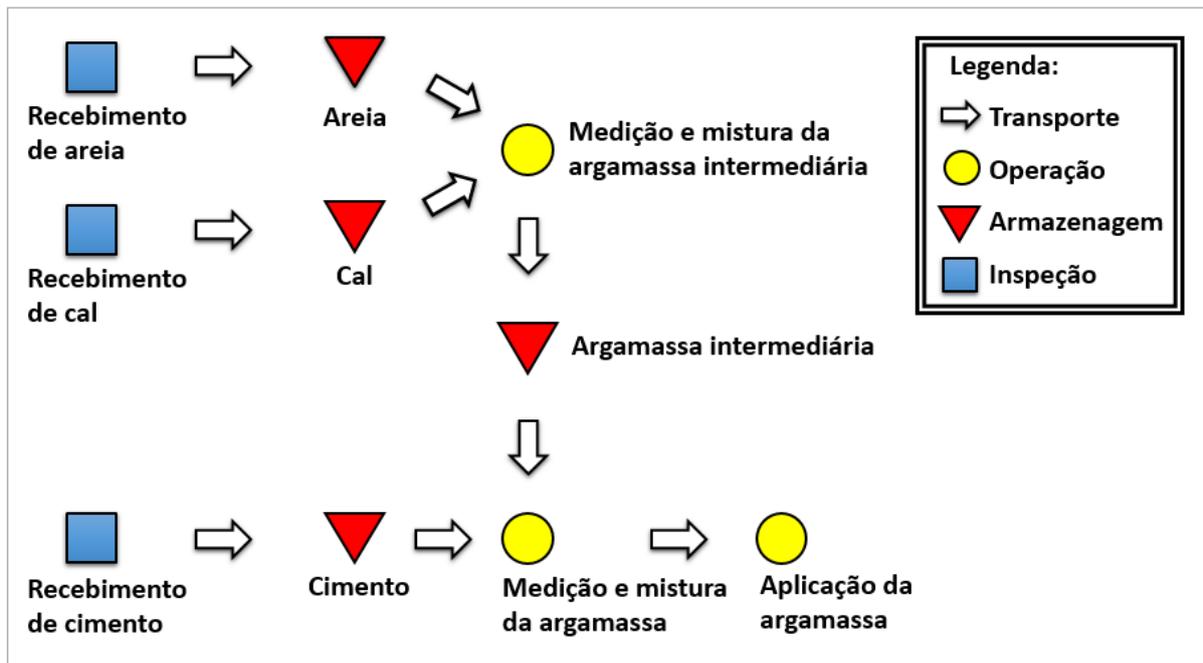


Figura 1 - Fluxograma dos processos para a argamassa mista preparada em obra (REGATTIERI, 2006)

Pode-se observar que há uma grande quantidade de processos, cada um destes envolvendo funcionários diferentes. Portanto qualquer contratempo em um destes processos irá influenciar toda a cadeia, gerando perdas de tempo em diversos setores.

### 2.2.2. Argamassas Industrializadas

As argamassas industrializadas, de acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), são aquelas provenientes da dosagem controlada, em instalações próprias (indústrias), de aglomerante(s), agregados, e, eventualmente, aditivo(s), em estado seco e homogêneo, compondo uma mistura seca à qual o usuário somente adiciona a quantidade de água requerida para proceder a mistura. A Figura 2 mostra o fluxograma simplificado dos processos envolvendo o preparo da argamassa industrializada na obra.

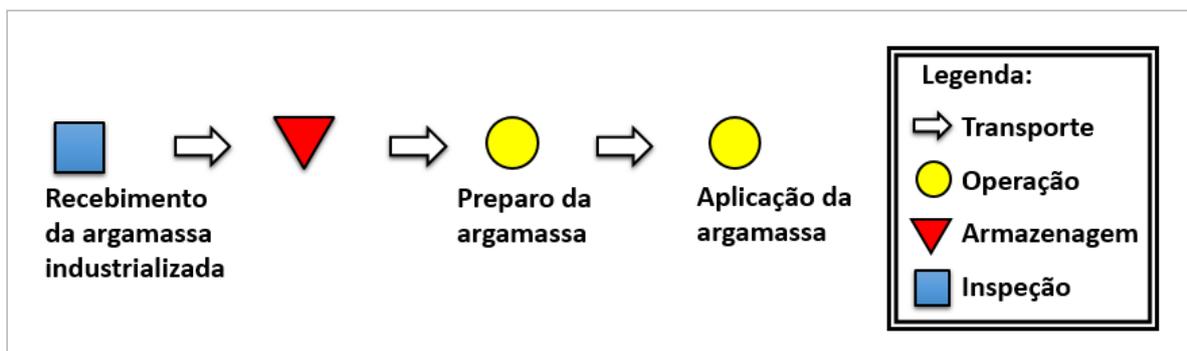


Figura 2 – Fluxograma dos processos para argamassa industrializada em sacos (REGATTIERI, 2006)

Comparando-se as Figuras 1 e 2 pode-se constatar que a argamassa rodada em canteiro contém um número maior de controles a serem feitos em sua produção, no recebimento e estocagem de seus materiais, por ser constituída de um maior número de matérias-primas componentes a serem dosadas do que a argamassa industrializada ensacada. Conseqüentemente o tempo para preparo, o espaço físico necessário e a quantidade de mão-de-obra envolvida são bem maior, sem contar com a demanda logística para tal para adquirir e manter controle de todos seus materiais constituintes. Fica evidente que a opção por adquirir o produto pronta para uso é bem mais adequado com os conceitos de racionalização.

A argamassa polimérica é composta por polímeros e aditivos. Não é necessário a mistura no canteiro de obras, e nem ao menos a necessidade da adição de água. Com isto a possibilidade de erro na dosagem de seus materiais constituintes, ou mesmo a adição de excesso de água para melhor trabalhabilidade é praticamente zero. De acordo com Cincotto (1989), as patologias mais comuns que os revestimentos argamassados estão sujeitos tem como causas principais as hidratações retardadas da cal, o excesso ou insuficiência de aglomerantes ou dos outros componentes da argamassa. Como a argamassa pronta já vem com o traço dosado em fábrica, não há margem para erro neste processo.

### 2.3.O PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS

Segundo o autor Vieira (2006), “o planejamento na construção civil é confundido muitas vezes com a simples produção de orçamentos, cronogramas e outros documentos que especifiquem metas a serem atingidas ao longo do tempo.

Isso mais uma vez demonstra o atraso da construção perante a indústria seriada, no que diz respeito ao domínio do conhecimento na área de planejamento”.

As áreas de trabalho e de fluxo de materiais e operários são variáveis no decorrer das etapas construtivas numa edificação, tendo que serem corretamente previstas devido ao espaço normalmente escasso no canteiro de obras. Por isso a logística é extremamente importante na organização do canteiro de obras e controle da produção, considerando a imensa variabilidade dos processos produtivos na indústria da construção civil.

Portanto para um perfeito andamento da obra deve-se planejar a logística do canteiro de obras, considerando o planejamento espacial e o de transporte, a movimentação de materiais para as diversas atividades, assim como organizar e estruturar toda a cadeia de suprimentos do processo produtivo de edifícios, montando um Setor de Compras coeso e eficiente. O projeto do canteiro de obras deve contemplar as diversas fases construtivas da obra, posicionando corretamente os locais de armazenagens de materiais, de equipamentos e máquinas, assim como definir os locais de trabalho e movimentação de materiais.

Este projeto do canteiro de obras, também chamado de projeto produtivo, é definido por Melhado (1994) da seguinte forma: “O projeto produtivo é um conjunto de elementos de projeto elaborados de uma forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção no canteiro de obras, contendo as definições de disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço, assim como o uso de equipamentos, o arranjo ou disposição dos insumos no canteiro, a evolução do canteiro de obras, dentre outros recursos vinculados às características e recursos próprios da construtora”.

Ribas (2009) cita ainda que “para um correto armazenamento de materiais no canteiro de obras de uma edificação, principalmente antes da execução da sua primeira laje, é preciso que primeiro que se faça um adequado planejamento logístico. Esse planejamento deve levar em consideração, por exemplo, que quanto menos um material é manuseado, menor serão os seus potenciais riscos de danos em suas características físicas, além de menores perdas de recursos humanos e materiais no transporte. Assim, os diversos arranjos do canteiro de obras ou os layouts para cada etapa de produção devem ser bem estudados ainda na fase de concepção dos projetos executivos e, principalmente, na do projeto de produção, que é realizado concomitantemente com o planejamento logístico integrado, para

que se agregue o maior valor possível ao produto final. Assim, Bowersox (2007) diz que os equipamentos de manuseio têm de ser considerados no planejamento logístico para finalizar num layout adequado. Por isso, um aspecto que deve ser também considerado no planejamento logístico é o caminho e o tempo de fluxo dos produtos, os quais dependem do sistema de manuseio de materiais.

#### 2.4. A LOGÍSTICA DE SUPRIMENTOS

Segundo Vieira (2006) “a logística é o processo de planejar, coordenar, implementar e controlar, de forma eficiente e econômica, o fluxo materiais, serviços e mão-de-obra, a armazenagem e o fluxo de informações correspondentes a todo o sistema, da origem ao destino final, objetivando o atendimento às necessidades dos clientes intermediários e finais da cadeia de suprimentos com o mesmo grau de interesse”. O autor diz ainda que “o nível de serviço logístico é a qualidade com que um fluxo de materiais e serviços é administrado para o atendimento às necessidades dos clientes aos menores custos possíveis.”

Ainda segundo este autor, a função da logística é solucionar problemas de descontinuidade de produção, de estoques indevidos, fatos que repercutem diretamente na produtividade e nos custos. Os estoques desnecessários são fatores que dão origem a problemas sérios como deterioração de materiais, ocupação de espaços preciosos no canteiro, além de desperdiçar recursos humanos na movimentação sem planejamento de materiais.

Walsh (2004) define gerenciamento da cadeia de suprimentos como a prática de um grupo de empresas e de indivíduos, trabalhando de forma colaborativa em uma rede de processos inter-relacionados, estruturados para melhor satisfazer às necessidades do usuário final. Assim, essa definição deixa clara a necessidade de colaboração entre os participantes dessa cadeia, para que a sua estrutura seja capaz de atender às exigências do cliente ou consumidor final, sendo essa uma condição primordial para a sobrevivência de toda a rede.

Ribas (2009) cita que “quando se pretende minimizar o custo unitário de compras, adquirindo matéria-prima em maior quantidade, se utiliza a estratégia conhecida como economia de escala, a qual pode criar sérios problemas de redução dos geralmente tão limitados espaços físicos nos canteiros de obras de construções de edifícios, com obstruções de passagens que geram perdas de recursos humanos

pelo excesso de movimentações desnecessárias de materiais. Isso, sem contar com outras consequências advindas da diminuição do espaço, tais como: perdas de materiais pelos excessos e interferências em movimentações; as compras de outros materiais passam a ter de ser fracionadas, aumentando o custo do produto, tanto pela redução do volume comprado, quanto pelo aumento do preço do transporte.”

A técnica “just-in-time” (JIT), se baseia na reposição contínua dos estoques a um nível mínimo, tendendo a zero, e com a preocupação de eliminar as incertezas do processo pela possibilidade de falta de estoque, o que provocaria a paralisação de toda produção de uma fábrica ou obra. Isso garantiria um fluxo contínuo da produção com a utilização de um estoque mínimo, o que pode maximizar a capacidade de produção, reduzindo o custo total da cadeia de suprimentos.

### **3. ESTUDO DE CASO**

#### **3.1. METODOLOGIA**

No período de estudo foram realizados testes com a argamassa convencional e com a argamassa pronta não-cimentícia, medição de produtividade, relatório fotográfico dos processos e interferências, medição de tempos de ciclos de produção e transporte, assim como entrevistas com os funcionários da produção, transporte e gerência quanto à compra, transporte e utilização do material.

A pesquisa contou com o apoio do engenheiro responsável pela obra, dois estagiários, almoxarife, betoneiro, operador do elevador e outros funcionários envolvidos no transporte e execução do serviço. Assim como houve apoio do Setor de Compras na sede da empresa. O software de gestão da empresa SIENGE foi de suma importância para fornecer os dados de forma rápida e prática.

##### **3.1.1. Descrição da obra em estudo**

A empresa em questão atua como construtora e incorporadora, classificada como empresa de médio porte. A mesma atua há mais de 25 anos no mercado de Santarém. Com o recente crescimento e aumento da expectativa em torno da região, a construtora entrou no ramo de incorporação de edifícios. Atualmente a mesma já entregou 2 edifícios de 10 e 17 pavimentos, e um condomínio com 7 prédios de 4 pavimentos. No momento está executando a obra em estudo e outro edifício de 25 pavimentos, e iniciará em breve 2 novas torres de 10 pavimentos (Figura 3). Portanto a referida empresa é relativamente nova nesta atividade e, portanto, ainda está em processo de aprendizagem de novas tecnologias e processos na construção de edifícios.

O estudo será baseado em um edifício de 14 pavimentos com estrutura de concreto convencional, lajes nervuradas e blocos de vedação cerâmicos. O empreendimento constitui-se de 63 apartamentos de 2 ou 3 quartos de médio padrão. Os pavimentos dividem-se em subsolo-garagem, térreo-garagem, pilotis, ocupado em 50% de garagens e a outra metade pela área de lazer do condomínio, 10 pavimentos tipos com 6 apartamentos por andar e finalmente a cobertura, com 3 apartamentos de maiores proporções.

A obra foi iniciada em Junho de 2012, e tem previsão de conclusão para Agosto de 2015. A estrutura de concreto está totalmente concluída, e a alvenaria encontra-se no último pavimento, a cobertura. Atualmente estão sendo executados serviços de revestimento interno e externo, camada niveladora e instalações em geral.



Figura 3 – Fachada frontal da obra em Novembro de 2014

### 3.1.2. Coleta de Dados

A coleta dos dados em campo foi realizada em um prazo de aproximadamente 12 meses, no qual a obra foi visitada quase que diariamente por períodos não menores que uma hora, além do apoio na coleta de dados pela equipe da obra, a qual estavam em tempo integral na mesma. Foram realizadas medições para composição das produções, foi necessário um controle diário das faltas de funcionários assim como suas horas extras para o cálculo de hora-homem trabalhada nos serviços, medições de tempos de diversos processos de transporte,

produção e execução de serviços, além de entrevistas com os mais diversos setores da obra e escritório.

### **3.1.3. Análise de dados**

A análise de dados foi realizada posteriormente com a ajuda de softwares computacionais para elaboração de planilhas de medição e tabelas. Os estudos foram realizados comparando o material necessário para execução de 1m<sup>2</sup> de alvenaria para ambas tecnologias. Para tanto foi necessário calcular a composição de custos para cada serviço e utilizado estes dados unitários em todas as tabelas. Posteriormente é feita a discussão dos dados obtidos e resumo dos resultados.

## **3.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO E ESCOLHA DO TEMA**

Para a delimitação do estudo de caso foi realizado uma análise na obra como um todo e seus processos separadamente, para decidir-se qual o processo que seria passível de otimização quanto à sua produtividade e consequente racionalização de mão-de-obra. Foi detectado um grande problema na central de argamassa e transporte vertical, realizado por meio de um guincho de obra e um elevador de cabo de aço. Estes setores da obra apresentavam gargalos em certos horários que comprometiam diversos serviços que dependiam destes.

No transporte horizontal foi constatado que nas primeiras horas do dia era quando ocorriam as maiores interferências interatividades, pois era necessário transportar argamassa para o assentamento de alvenaria, chapisco, reboco de paredes, camada niveladora, assim como vigotas pré-moldadas, blocos de EPS e ferragem para a estrutura sendo executada no último pavimento, entre outras atividades com menor volume de materiais. Como a estrutura encontrava-se no caminho crítico da obra, a esta era dada a devida prioridade, comprometendo assim as outras atividades em conflito, causando mão-de-obra ociosa, atraso no início de atividades posteriores e grandes impactos no cronograma como um todo.

Foram presenciadas situações que se repetiam diariamente onde as equipes de alvenaria iniciavam suas atividades após as 9:00 da manhã (1:30 após o início do dia), aguardando que a argamassa de assentamento ficasse disponível no pavimento em que estas se encontravam. E após 2 horas de trabalho, tempo em que

a massa pode ficar em aberto, as equipes novamente ficavam ociosas aguardando novamente uma nova betonada de argamassa.

Portanto era necessário propor solução para este problema detectado, de forma que houvesse uma melhor distribuição no uso do guincho, pois o mesmo era exaustivamente utilizado nas primeiras horas da manhã e da tarde e nas últimas horas ficava quase que sem utilização, criando ainda mais mão-de-obra ociosa. Portanto era necessário flexibilizar a elevação de um destes serviços conflitantes de modo que fosse possível subir este material quando o guincho estivesse ocioso, como o que já era feito com os blocos cerâmicos.

Outro gargalo encontrado foi na utilização da betoneira (Figura 4), pois um único equipamento deveria dispor de argamassa para os serviços de camada niveladora, chapisco, reboco de cimento e assentamento de alvenaria. E a demanda destes materiais todas seguiam o mesmo padrão e portanto eram conflitantes. Nas primeiras horas do dia, por volta das 07:30 horas, era requisitado a primeira betonada, e após 2 horas de trabalho, período de início de cura do cimento no qual a argamassa deve ser utilizada, era requisitada uma nova betonada de argamassa. Com isto todas as equipes acabavam desperdiçando diversas horas ao longo do dia na espera de material.



Figura 4 – Central de argamassa da obra

Portanto era necessário eliminar uma das atividades que sobrecarregavam o elevador da obra e a central de argamassa, porém sem interromper a sua execução. Desta forma foi realizada nova proposta à diretoria por implementar mudança no material de assentamento de tijolos. Inicialmente estudou-se por utilizar argamassa pronta cimentícia, pelo seu menor custo. Porém, sua curta validade, devido à sua base formada por cimento, inviabilizou a estocagem de grandes quantidades na obra e esta opção teve de ser descartado. Foi então quando encontrou-se esta nova tecnologia de argamassa pronta não-cimentícia, a qual é fornecida ensacada e pronta para o uso. A sua validade é compatível com a logística necessária para os materiais chegarem até o interior do Pará, assim como após este tempo de frete

ainda é possível estocá-la em grande quantidade por bastante tempo. Além de outras vantagens que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

Com isto foi possível flexibilizar completamente o material necessário para o assentamento de tijolos. Tanto os tijolos quanto a sua argamassa de assentamento eram possíveis transportá-los durante os períodos de ociosidade de guincho. A quantidade necessária para os dois materiais era de conhecimento da equipe de transporte, a qual fornecia estes materiais independente dos pedreiros, de forma que sempre estes chegavam no pavimento em que iriam trabalhar, todo o material necessário para o serviço já estava disposto no pavimento.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS EM ESTUDO

#### 3.3.1. Argamassa convencional

Para a argamassa convencional foi utilizado um traço de 1:5 (cimento: areia), com adição de aditivo para dar liga à argamassa, especificados a seguir

##### 3.3.1.1. Areia

A areia utilizada na argamassa era do tipo “areia de cava” explorada pelo desmonte hidráulico com mangueiras d’água sob pressão sobre jazidas em fundo de vales cobertos por capa de solo, proveniente de jazidas nos arredores de Santarém. A sua granulometria era do tipo grossa, conforme verificado na Tabela 2 e comparado com a NM248 (ABNT, 2003). Esta areia possuía em sua composição certa quantidade de argila a qual provia liga para argamassa mesmo sem a adição de cal. Porém, na execução do reboco esta quantidade de argila acabava por ser prejudicial, pois aumentava a ocorrência de fissuras. Por mais que seja prática na região a não utilização da cal, na empresa em estudo era acrescentado ainda pequena quantidade de aditivo líquido substituindo a cal para aumentar a liga da argamassa, assim melhorando sua trabalhabilidade.

Tabela 2 – Granulometria da areia

Peneiras # ABNT (mm)	Massa retida (g)	% retida	% retida acumul.	Normas de referência (NBR/NM)
4,8	0,00	0,00%	0,00%	NM 248 (ABNT, 2001)
2,4	1,40	0,28%	0,00%	
1,2	1,80	0,36%	1,00%	
0,6	58,70	11,74%	12,00%	
0,3	300,00	60,00%	72,00%	
0,15	118,00	23,60%	96,00%	
<0,15	8,70	1,74%	98,00%	
Total	488,60	97,72%		
D. máximo	1,18 mm		NM 248 (ABNT, 2001)	
M. de finura	2,79		NM 248 (ABNT, 2001)	
C. Inchamento	40,00%		NM 45 (ABNT, 1995)	
M. Unitária	1,69 kg/dm <sup>3</sup>		NM 45 (ABNT, 1995)	
M. Específica	2,63 kg/dm <sup>3</sup>		NM 52 (ABNT, 2003)	

Segundo Souza (1996), o local de armazenamento da areia deverá estar limpo e localizado o mais próximo possível da central de produção de argamassa. A obra deverá providenciar baias cercadas em três laterais, em dimensões compatíveis com o canteiro e o volume a ser estocado, evitando-se assim espalhamento e desperdício de material. Também, o fundo do terreno deverá ser inclinado para drenagem da água da chuva, reduzindo assim a umidade da areia que proporciona o seu inchamento. E nas épocas de chuvas torrenciais, é recomendada a cobertura do material com lonas plásticas, a fim de impedir o seu carreamento. Areias com granulometrias diferentes deverão ser estocadas em baias separadas. Com exceção do fundo inclinado na baia de areia, todas as outras recomendações eram seguidas na obra.

#### 3.3.1.2. Cimento

O cimento utilizado nesta modalidade de argamassa é o CP II-Z fabricado na cidade de Itaituba-PA, da marca NASSAU sendo o único tipo disponível no mercado local de Santarém. Apesar deste porém, o cimento sempre apresentou qualidade confiável, sem causar patologias. Segundo NBR 11578 (ABNT, 2001), o cimento Portland composto CII-Z tem a adição de material pozzolânico, gera calor numa velocidade muito menor do que o cimento Portland comum e é utilizado quando se deseja moderada resistência ao sulfato ou moderado calor de hidratação. Esse cimento é adequado para produção de argamassas, assim como concretos e artefatos de cimento, com o objetivo de produzir produtos mais impermeáveis e, portanto, mais duráveis. O cimento era fornecido em sacos de 50 Kg, e por mais que a cidade tenha sofrido ocasionalmente com a escassez deste material, devido a uma parceria comercial entre a empresa e o fabricante, era feita uma programação do consumo mensal necessário e não houve problemas no fornecimento.

#### 3.3.1.3. Aditivo de liga

O aditivo de liga adicionado à massa era o Alvenarit da marca Vedacit, com composição básica de Resinato de Sódio. Segundo a Vedacit (2015), “Alvenarit é um aditivo que proporciona ótima trabalhabilidade às argamassas e rebocos. Por ser líquido, facilita o trabalho, proporcionando economia de material, rapidez na execução e excelente acabamento. Agrega uma série de vantagens às argamassas: maior aderência, coesão, ausência de fissuras e menor exsudação.” O aditivo se apresentava na forma líquida e de cor escura, era adquirido em Tambores de 200L direto do fabricante localizado em Guarulhos-SP. O mesmo era estocado no Depósito Central da empresa e enviado em baldes de 18L para as obras conforme era requisitado. Sua validade é de 24 meses.

#### 3.3.1.4. Betoneira

Inicialmente a obra dispunha somente de uma betoneira de 600 l sem alimentador automático, motor 2 cv e alimentação elétrica trifásica. Posteriormente

com o aumento da demanda por argamassas de diversos tipos, foi acrescentado uma segunda betoneira do mesmo modelo para redução do tempo de espera.

### **3.3.2. Argamassa Pronta Não Cimentícia**

A argamassa pronta não cimentícia, também conhecida como argamassa polimérica (Este termo também é utilizado para argamassas cimentícias com aditivo polimérico, o qual não é o caso) é um produto relativo novo no mercado que busca substituir a argamassa convencional ou argamassa cimentícia, normalmente constituída por cimento Portland, areia e água, podendo também conter vários outros aditivos. Sua principal função se dá no assentamento de tijolos ou blocos na construção paredes de alvenaria de vedação. Por mais que seja possível, seu uso ainda não está consolidado para alvenarias estruturais, devido à falta de normas que regulamente o seu uso nesta função.

A argamassa pronta não cimentícia é fornecida literalmente “pronta para o uso”, sem a necessidade de adição de água, mistura, ou qualquer outro processo, diferente das argamassas prontas cimentícias onde é necessária a adição de água e misturador. A composição química destas argamassas pode variar de acordo com o fabricante, mas normalmente contém resinas sintéticas, cargas minerais e diversos aditivos como espessantes e estabilizantes.

O produto pode ser aplicado em qualquer tipo de bloco ou tijolo, blocos de concreto, cerâmico, ou solo-cimento, desde os mesmos sejam bem parelhos, uniformes e sem irregularidades. Para sua aplicação pode ser utilizada a bisnaga fornecida por alguns fabricantes ou uma pistola própria para este fim vendida em lojas de materiais de construção (Figura 5). A aplicação deve ser feita em dois cordões de argamassa com 10 mm de diâmetro cada, sobre a fiada inferior de tijolos. No encontro com pilares esta pode ser utilizada como elemento de ligação.

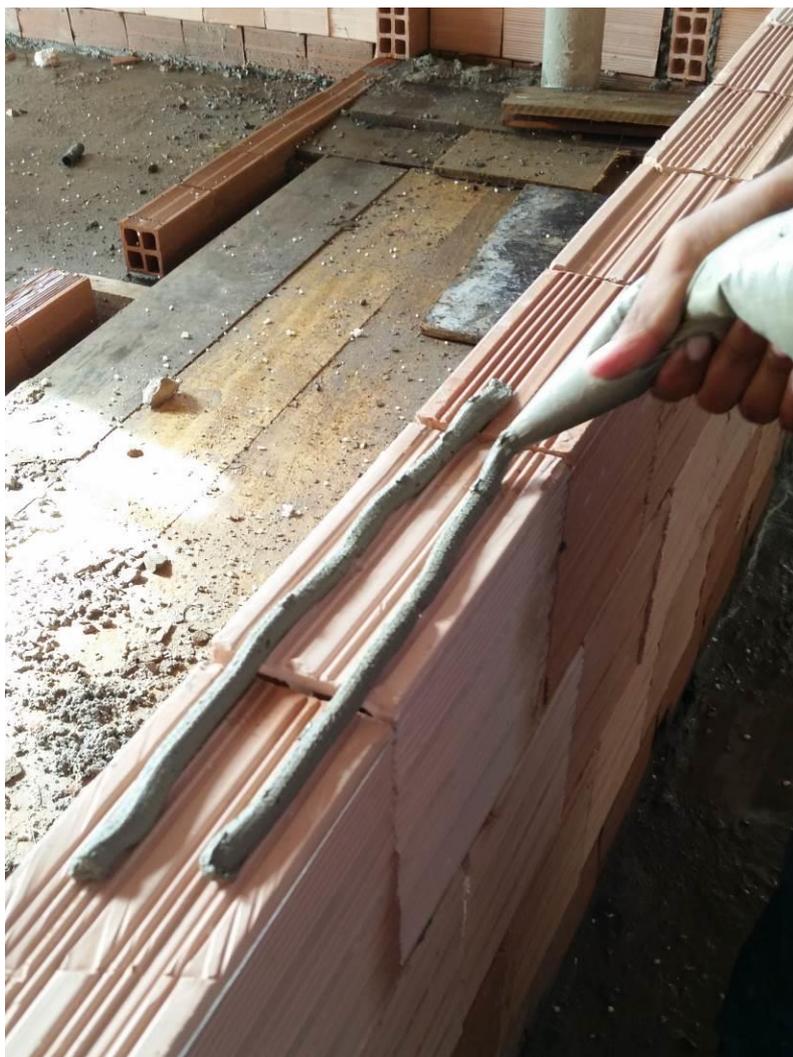


Figura 5 – Método de aplicação da argamassa industrializada

Na obra em estudo, argamassa pronta inicialmente foi provida pelo “Fabricante 1”, a qual fornecia a argamassa em bisnagas plásticas de 2,5 Kg, acomodadas em caixas com 12 unidades cada. Estas bisnagas (Figura 6) possuíam suas pontas cortadas no momento da aplicação e sua embalagem era descartada no seu término. Devido à falta de conscientização de alguns funcionários, isto acabou trazendo um certo problema de limpeza na obra, onde se encontrava diversas bisnagas vazias pelo pavimento. No entanto a obra encontrou certas dificuldades ao utilizar esta argamassa portanto a mesma só foi utilizada por um mês e meio. Após este período de teste se optou por testar outro fabricante quando encontrou-se o Fabricante 2. A comparação entre os dois fabricantes está listada na Tabela 3, a qual

deixa claro que, além do menor custo do Fabricante 2, este ainda oferece diversas outras vantagens.



Figura 6 – Bisnaga de 2,5 Kg do Fabricante 1

Tabela 3 – Comparação das argamassas dos fabricantes 1 e 2

CARACTERÍSTICA	FABRICANTE 1	FABRICANTE 2
CUSTO	R\$111,74/cx = R\$3,72/Kg	R\$51,00/bd = R\$1,70/Kg
COR DA ARGAMASSA	Azul	Cinza
EMBALAGEM	Caixa com 12 Bisnagas de 2,5 Kg	Balde com 30 Kg
BISNAGAS	Prontas para o uso, bastando cortar a ponta e aplicar. Porém possuía menor volume e devia ser descartada no final do trabalho	Era necessário recarregar a bisnaga antes do uso, e esta deveria ser reutilizada várias vezes. Porém seu volume era maior, causando menos interrupções no trabalho
PERDA NO TRANSPORTE	15% - as bisnagas eram muito frágeis e rompiam facilmente, a caixa se desfazia durante o transporte	5% - Os baldes eram rígidos e resistentes. Porém havia algumas ocorrências do rompimento do saco interno da argamassa.
ESTOCAGEM	As caixas e as bisnagas eram frágeis, não permitindo o empilhamento de mais de 2 caixas	Os baldes suportavam empilhamento de até 4 unidades, otimizando a estocagem
CONSISTÊNCIA	Se tornava fluida após os primeiros minutos da aplicação	Pastosa, semelhante à consistência de uma argamassa convencional
TRABALHABILIDADE	Dificuldade em manter o nível da fiada devido à sua fluidez. Os tijolos escorregavam após um tempo	Após sua aplicação, não havia alteração na consistência
PRODUÇÃO	A fluidez da argamassa impedia a colocação das fiadas superiores, sendo necessário aguardar o tempo de pega da fiada inferior, causando perda de tempo	A argamassa era consistente o suficiente para suportar o peso da fiada superior sem haver deslocamento da fiada inferior
RESÍDUOS NA OBRA	As embalagens das bisnagas geravam um certo volume de resíduos, que por falta de conscientização dos funcionários acabavam espalhadas pela obra	O balde fornecido como embalagem era reutilizado em diversas funções, principalmente como lixeiras nos pavimentos da obra ou doado aos funcionários para uso pessoal.

A argamassa pronta do fabricante 2 era fornecida em recipientes de papelão com 30 Kg cada (Figura 7). O transporte era mais fácil do que transportar em caixas, e a perda durante o transporte também era menor.



Figura 7 – Embalagens do fabricante 2

Dentro destes recipientes encontrava-se a argamassa lacrada dentro de um saco plástico vedado e a bisnaga a ser utilizada na execução (Figura 8). Esta deveria ser recarregada antes de seu uso, e deveria ser utilizada diversas vezes até o término do recipiente. Segundo informações do fabricante, após aberto o saco plástico, a argamassa deveria ser consumida em no máximo 15 dias. Este prazo nunca foi ultrapassado pois sua execução era muito rápida.

A bisnaga do fabricante 2 possuía uma maior qualidade e resistência que a anterior, não havendo o risco de estourar durante a aplicação causando desperdício de material. Além de sua capacidade de volume de argamassa também ser maior, gerando um fluxo de trabalho melhor.



Figura 8 – Bisnaga do fabricante 2

### 3.4. COMPARATIVO DAS ARGAMASSAS

#### 3.4.1. Logística de compra dos materiais

No caso da argamassa convencional, formada por cimento, areia e aditivo, a compra dos materiais era bastante facilitada, pois era feita localmente e o material geralmente se encontrava à pronta entrega, com exceção do aditivo, que era adquirido em grande quantidade e mantido estoque no Depósito Central da empresa. No caso da areia o próprio fornecedor se encarregava do transporte e descarga na obra. As baias de areia localizavam-se na frente da obra, e por meio de uma portinhola era acessada diretamente pelo caminhão estacionado no exterior. Quanto ao cimento este era fornecido diretamente pelo fabricante, porém os caminhões da construtora ficavam responsáveis pelo seu transporte e descarga na obra. Como havia uma parceria entre a construtora e o fabricante, havia uma programação mensal do consumo de cimento pela empresa, o qual era garantido pelo fabricante mesmo em épocas de escassez de cimento na cidade. No entanto outras empresas tiveram grandes atrasos devido à falta de cimento. Com base nisto, conclui-se que não havia a necessidade de maiores planejamentos para compras destes materiais, assim como reduzidos custos de frete e logística para o seu transporte, conforme constatado na Figura 9.

No entanto o fornecimento da argamassa pronta industrializada era um tanto mais complicado. O fornecedor de argamassa utilizado pela empresa encontrava-se na região Sul do país, na cidade de Curitiba-PR. Após a compra, era realizado o transporte rodoviário até a cidade de Belém-PA, uma distância em torno de 3.200 km de estrada, e posteriormente realizado o transporte fluvial até a cidade de Santarém-PA, uma distância de 845 km. O tempo necessário após a compra até o material se encontrar na cidade era em média de 30 dias. Portanto com certeza o planejamento de compra era muito importante, assim como o levantamento correto de quantidades demandada ao longo do tempo. A premissa de maior necessidade de planejamento de compras para a argamassa pronta é agravada pelo fato de que, caso haja falta do aditivo de pega no estoque, é possível adquirir no mercado local a curto prazo ou encontrar produto substituto, o que não ocorre com a argamassa pronta. O serviço teria que ser interrompido ou utilizado argamassa convencional se isto ocorresse, devido ao longo tempo de espera que seria necessário aguardar.

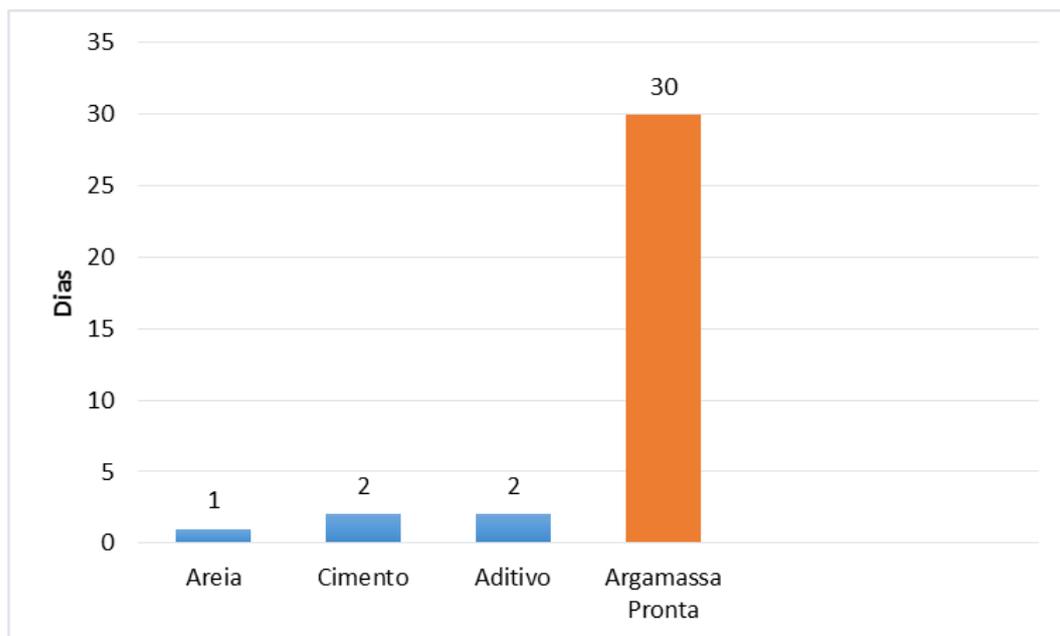


Figura 9 – Tempo para chegada dos materiais na obra

### 3.4.2. Descarga dos materiais em obra

Para a argamassa convencional, o recebimento era realizado em três etapas. Inicialmente a areia era depositada em baias, as quais podiam ser alimentadas

diretamente pelo caminhão estacionado na rua, a fim de facilitar a descarga. Este serviço era realizado pelo próprio fornecedor, de forma que o recebimento da areia não causava quase nenhum impacto à obra, além da interdição da frente da obra durante seu descarregamento. Por este motivo o seu tempo de descarga não foi considerado na Tabela 4. O cimento era fornecido em sacos de 50 Kg, e o depósito de cimento encontrava-se com fácil acesso logo na entrada da obra. Porém, a atividade da betoneira tinha que ser praticamente interrompida para a alimentação do depósito, pois a betoneira encontrava-se no caminho para o mesmo. E como o volume de cimento a ser estocado era bastante elevado, em torno de 100 sacos por semana, era necessário um tempo parado do equipamento de 20 a 30 minutos (considerando 4 funcionários envolvidos no descarregamento), gerando um contratempo ao receber este material.

Para ambas argamassas prontas o procedimento de recebimento era da mesma forma. O estoque quinzenal era mantido dentro do almoxarifado. Seu carregamento era manual, e o caminho a ser percorrido se encontrava maior da que a argamassa anterior. Como o rendimento da argamassa pronta é bastante elevado, a quantidade a ser transportada era reduzida, não causando grandes prejuízos de tempo aos funcionários do caminhão ou à obra.

Tabela 4 – Tempo para descarga dos materiais utilizando 2 funcionários  
desconsiderando o tempo da areia

ARGAMASSA CONVENCIONAL				COMPARATIVO
INSUMO	PEDIDO MÉDIO	TEMPO TOTAL	TEMPO / M <sup>2</sup>	%
Areia*	1 carrada 6 m <sup>3</sup>	-	-	<b>&gt; 26%</b>
Cimento	100 sacos 50 kg	50,00 min	<b>0,0240 min</b>	
Aditivo	2 baldes 18 l	3,00 min	<b>0,0008 min</b>	
<b>Tempo total / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0248 min</b>	
ARGAMASSA PRONTA				
Insumo	Pedido médio	Tempo total	Tempo / m <sup>2</sup>	
Argamassa pronta	40 baldes 30 kg	17,50 min	<b>0,0312 min</b>	
<b>Tempo total / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0312 min</b>	

\* Desconsiderado areia no cálculo por não causar impacto no efetivo e na obra

Contanto, para efeito de cálculo, foi desconsiderado o tempo gasto com descarregamento da areia, pois este era feito pelo fornecedor externamente ao canteiro. Com esta redução houve um acréscimo de 26% de tempo em desvantagem para a argamassa pronta. Porém, se for considerado que o descarregamento de areia causa impacto à obra, que não é o caso na obra em estudo, o tempo para a argamassa pronta seria 32% menor, dando vantagem a esta, conforme verificado na Tabela 5.

Tabela 5 – Tempo para descarga dos materiais utilizando 2 funcionários considerando o tempo da areia

ARGAMASSA CONVENCIONAL				COMPARATIVO
INSUMO	PEDIDO MÉDIO	TEMPO TOTAL	TEMPO / M <sup>2</sup>	%
Areia	1 carrada 6 m <sup>3</sup>	20,00 min	<b>0,0210 min</b> *	<b>&lt; 32%</b>
Cimento	100 sacos 50 kg	50,00 min	<b>0,0240 min</b>	
Aditivo	2 baldes 18 l	3,00 min	<b>0,0008 min</b>	
<b>Tempo total / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0458 min</b>	
ARGAMASSA PRONTA				
INSUMO	PEDIDO MÉDIO	TEMPO TOTAL	TEMPO / M <sup>2</sup>	
Argamassa pronta	40 baldes 30 kg	17,50 min	<b>0,0312 min</b>	
<b>Tempo total / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0312 min</b>	

\* Considerando areia no cálculo supondo que esta causa impacto no efetivo e na obra

Para elaboração das Tabelas 4 e 5 foi verificado o histórico de solicitações de materiais, realizadas online por meio do Software SIENGE, o qual facilitou bastante a obtenção dos relatórios, e tirado a média destes pedidos. Além disto foram medidos os tempos médios para descarregamento do caminhão para esta quantidade. Para obter uma comparação por igual, foi determinado uma equipe de 2 funcionários para descarregar cada um dos materiais. Por mais que na prática a equipe possa ser menor, no caso da argamassa pronta, ou maior, no caso do saco de cimento. Os resultados foram divididos pela quantidade de material necessário para executar 1 m<sup>2</sup> de alvenaria, utilizando a composição de custos de cada tecnologia (ver Tabelas 16 e 17).

É necessário acrescentar que, devido ao uso de diferentes materiais, a argamassa convencional necessita de um maior número de controles no recebimento de insumos quando comparado à argamassa pronta. Esse custo muitas

vezes é negligenciado na composição custos destes serviços. Este processo de controle seria ainda maior se houvesse adição de cal na argamassa convencional da obra em questão, ao invés de aditivo, conforme disposto na Tabela 6.

Considerando estas questões, podemos assumir que o tempo para descarga de materiais para cada uma das tecnologias irá depender da logística e do projeto do canteiro de cada obra.

Tabela 6 – Procedimentos para recebimento de materiais (adaptado de REGATTIERI, 2006)

MATERIAL		FORMA DE RECEBIMENTO	VERIFICAÇÃO QUANTITATIVA	VERIFICAÇÃO VISUAL
ARGAMASSA CONVENCIONAL	CIMENTO	Em sacos	Contagem dos sacos	Existência de sacos rasgados, furados, molhados, fora do prazo de validade e com o selo de conformidade da ABNT
	AREIA	A granel	Cubagem da caçamba do caminhão	Coloração, granulometria e impurezas
	ADITIVO DE LIGA	Em baldes	Contagem dos baldes	Verificação de baldes quebrados, rachados, fora do prazo de validade e com selo de conformidade da ABNT
ARGAMASSA PRONTA	ARGAMASSA PRONTA	Em baldes	Contagem dos baldes	Verificação de baldes quebrados, estourados, saco plástico rompido, fora do prazo de validade e com selo de conformidade da ABNT

### 3.4.3. Estocagem dos materiais em obra

Para evitar problemas com possíveis perdas quantitativas e qualitativas dos materiais, transporte desnecessário de materiais (com utilização excessiva da mão-de-obra) prejudicando a funcionalidade e logística da obra assim como a segurança dos operários, o correto armazenamento dos insumos e planejamento do canteiro é essencial. O cimento necessita de um depósito exclusivo, protegido da umidade e com facilidade de acesso e movimentação de material, para favorecer o uso do lote mais antigo. A areia também necessita de baias com grande volume e de preferência

com acesso direto para o exterior, ocupando uma área preciosa na frente da obra, dificultando o fluxo de materiais e operários. Portanto, verifica-se que a argamassa convencional necessita de maiores áreas para a estocagem de materiais em locais críticos na entrada da obra, e um número maior de fluxo de movimentação de seus materiais componentes, tornando a logística do canteiro mais complexa que no caso da argamassa pronta.

A vantagem da argamassa pronta é a de reduzir a área destinada ao armazenamento de areia. Os seus estoques são mais dinâmicos e flexíveis, ou seja, podem ser remanejados do depósito central para obra ou mesmo dentro do canteiro com maior facilidade que os materiais da argamassa convencional, além de poderem ser estocados no próprio local de aplicação (andares superiores inclusive), o que não pode ser feito com a argamassa convencional, pois areia não pode ser estocada em grande quantidade nos pavimentos do edifício sob o risco de sobrecarregar a estrutura.

Contudo, devido às questões logísticas de compra discutidas anteriormente, a compra deve ser em número mais vultoso, para fins de economia de frete e atender ao pedido mínimo do fabricante, portanto seria necessário um espaço maior para o acondicionamento deste material em grande quantidade, no caso da obra em estudo era comprada em lotes de 800 unidades. Para tal situação a empresa dispunha de uma Depósito Central onde era recebido e armazenado todo o lote de argamassa adquirido. Então a obra fazia planejamento para sua demanda quinzenal de 40 unidades, mantendo o espaço necessário para estoque na obra bastante reduzido.

SOUZA (2000) realizou um estudo quanto áreas necessárias para armazenamento de cada material, expostas na Tabela 7. Nesta as áreas necessárias estão em função da quantidade de materiais. Nota-se no entanto que o mesmo trata da argamassa pronta cimentícia fornecida em sacos, não se enquadrando no produto em estudo, o qual utilizaria uma área ainda menor.

Tabela 7 – Áreas necessárias para armazenamento de materiais (SOUZA,2000)

MATERIAL	QUANTIDADE	CARACTERÍSTICA DO ESTOQUE	ÁREA NECESSÁRIA
Cimento	200 sacos	Pilhas com 10 sacos	8,40 m <sup>2</sup>
Areia	10 m <sup>3</sup>	Altura média 0,8m	12,50 m <sup>2</sup>
Cal	200 sacos	Pilhas com 15 sacos	4,80 m <sup>2</sup>
Argamassa industrializada	200 sacos	Pilhas com 10 sacos	8,40 m <sup>2</sup>

Foi realizado a medição de todas as áreas de estoque da obra para se realizar o estudo da obra em questão. Assim como foi verificado qual o máximo de material que poderia ser estocado na área designada. Os resultados foram divididos pela quantidade de material necessário para executar 1 m<sup>2</sup> de alvenaria para cada tecnologia, expostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Área de estoque de materiais para 1 m<sup>2</sup> de alvenaria

ARGAMASSA CONVENCIONAL				COMPARATIVO
INSUMO	ESTOQUE MAX	ÁREA	ÁREA / M <sup>2</sup>	%
Areia	12 m <sup>3</sup>	12,50 m <sup>2</sup>	<b>0,0066 m<sup>2</sup></b>	<b>&lt; 78%</b>
Cimento	150 sacos 50 kg	8,19 m <sup>2</sup>	<b>0,0026 m<sup>2</sup></b>	
Aditivo	2 baldes 18 l	0,18 m <sup>2</sup>	<b>4,82e-05 m<sup>2</sup></b>	
<b>Área estoque / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0092 m<sup>2</sup></b>	
ARGAMASSA PRONTA				
INSUMO	ESTOQUE MAX	ÁREA	ÁREA / M <sup>2</sup>	
Argamassa pronta	120 baldes 30kg	3,36 m <sup>2</sup>	<b>0,0021 m<sup>2</sup></b>	
<b>Área estoque / m<sup>2</sup> alvenaria</b>			<b>0,0021 m<sup>2</sup></b>	

Durante o estoque e manuseio do material, ocorriam diversas avarias. E como a cura da argamassa pronta se inicia após o contato com o ar, esta rapidamente endurecia inutilizando-a. Assim como o saco de cimento se armazenado de forma inadequada ou danificada sua embalagem vem a reagir com a umidade do ar e endurecer. Com isto houveram diversas perdas, ilustradas na Figura 10.

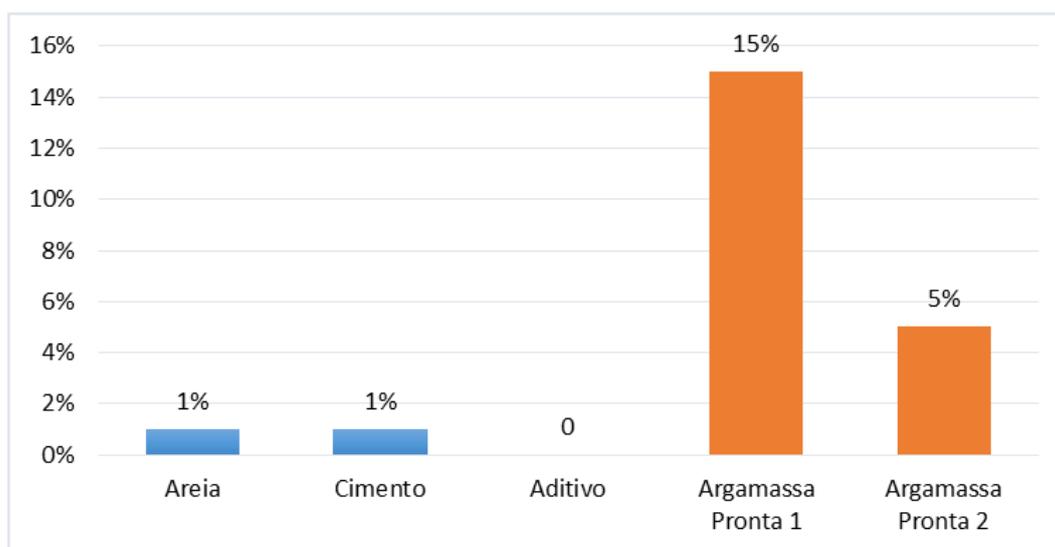


Figura 10 – Perdas de material por estoque e manuseio

Pode-se observar que as perdas com argamassa pronta eram muito maiores do que com a argamassa convencional. Isto devido à sua embalagem mais frágil e principalmente pela característica de sua composição de reagir rapidamente se em contato com o ar. No entanto com a utilização da argamassa do Fabricante 2 foi possível diminuir as perdas em comparação com o Fabricante 1. Isto devido a esta ser acondicionada recipientes acartonados com maior resistência, e dentro desta a argamassa era protegida por um plástico. Porém ainda assim estes desperdícios estavam acima do encontrado na argamassa convencional, pois haviam ocorrências de esmagamentos da embalagem de papelão e rompimento do saco plástico de isolamento da argamassa pronta (Figura 11).

Não foi possível separar qual os percentuais destas perdas ocorreram enquanto o material estava em posse da transportadora, pois só era verificado a avaria no momento do uso, quando era aberta a embalagem. Apesar disso, ainda

assim é possível concluir que a argamassa pronta demanda maiores cuidados na sua estocagem e manuseio para evitar maiores prejuízos.



Figura 11 – Embalagem do fabricante 2 danificada

#### 3.4.4. Validade dos materiais

É muito importante manter um controle da validade dos materiais em estoque. Deve-se lembrar que nem sempre o material é recebido logo após sua fabricação, podendo ter passado longos períodos no estoque do fornecedor ou da loja de materiais de construção. Quanto ao cimento, a validade informada pelo fabricante é de 90 dias, No entanto este prazo é valido para as condições de estoque ideais de umidade e temperatura, condições estas dificilmente atendidas em um canteiro de obras. Portanto é prática da empresa não manter estoque de cimento por mais de 30 dias, devido a um possível empedramento precoce. O cimento é fornecido em embalagens de papelão que não contribuem para sua proteção contra baques e umidade.

A argamassa pronta apresenta uma validade de 6 meses, e não há grandes preocupações quanto às condições ambientais no local de estocagem visto que esta

vêm acondicionada em bisnagas seladas ou embalagens de papelão com plástico lacrado no seu interior. Esta embalagem oferece qualidade de isolamento superior à do cimento, conforme constatado na Figura 12. Após aberta este prazo de validade é reduzido para 15 dias.

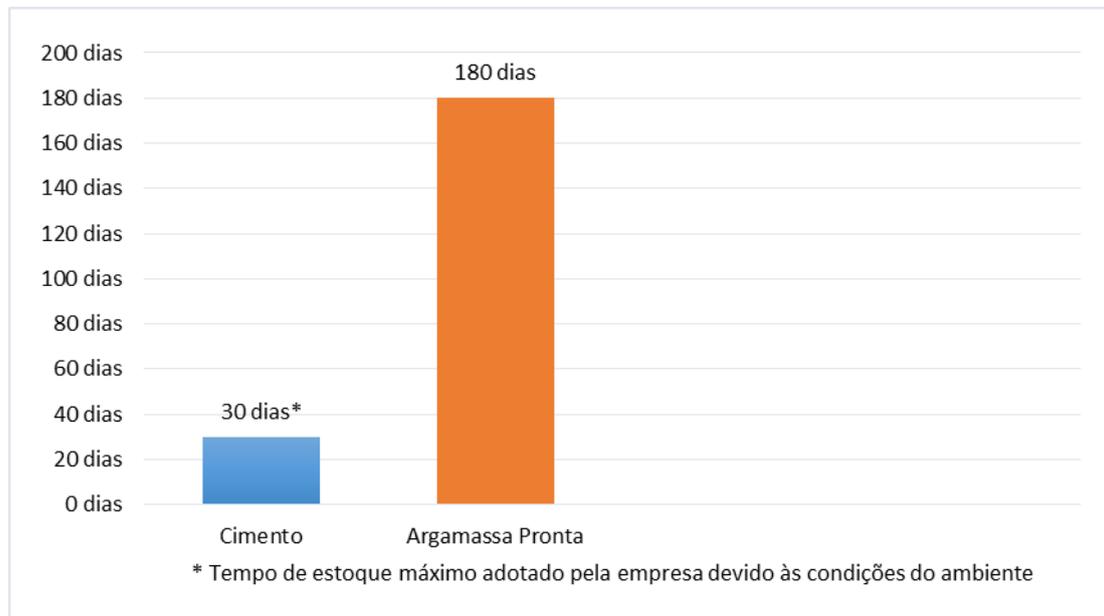


Figura 12 – Validade dos materiais

Portanto com a argamassa pronta é possível manter estoques maiores, e por tempo mais prolongado. Diminuindo assim a gerência de compra sobre estes materiais, diferente do cimento e areia que são comprados de uma a duas vezes por semana, sobrecarregando o setor de compras e financeiro.

#### 3.4.5. Confeção do Traço e preparo das argamassas

Para a confecção do traço da argamassa convencional, utilizava-se a proporção em volume presente na Tabela 9. Para tanto eram utilizadas padiolas de madeira e em algumas situações latas de 18 l, que eram utilizadas quando um dos ajudantes do operador de betoneira estava em outra função, não sendo assim possível que o único ajudante restante manuseasse a padiola sozinho. Esta prática não é recomendável pela NBR 7200 (ABNT, 1998), onde cita que se as medições dos materiais nos canteiros de obra forem feitas em volume, devem ser utilizados

recipientes cujos volumes sejam conhecidos, não devendo se realizar a dosagem com instrumentos que não assegurem um volume constante, como pás ou latas.

Tabela 9 – Confeção do traço

ARGAMASSA CONVENCIONAL			ARGAMASSA PRONTA
CIMENTO	AREIA	ADITIVO	Não necessita
1	5	200 ml / 50 kg cimento	

A quantidade de água a ser adicionada à mistura também era feita com latas de 18L, sem grandes preocupações com o volume adicionado, ficando a quantidade de água sujeita à concepção de consistência ideal do betoneiro. Ainda havia o risco de erro no traço por descuido na contagem, não preencher completamente o recipiente ou até mesmo pela diferença na compactação dos materiais.

Com isto não havia grande confiabilidade na qualidade da argamassa convencional. Conforme Cincotto (1995), não se observa geralmente um controle efetivo da dosagem dos materiais constituintes das argamassas nas construções (adicionando muitas vezes água em excesso, o que faz reduzir a resistência mecânica e a durabilidade dos revestimentos argamassados). Muitas vezes, por utilizar volumes inadequados, obtêm-se resultados indesejáveis, tais como patologias, deficiência das propriedades requeridas, comprometendo a qualidade final e o desempenho das argamassas, acarretando, muitas vezes, um aumento dos custos de produção além de retrabalhos.

A necessidade de preparo das argamassas convencionais impacta diretamente a obra, aumentando o fluxo de materiais e pessoas, altera o ritmo de produção dos pedreiros, sobrecarrega os equipamentos de elevação vertical e necessita um constante controle de qualidade da argamassa. A argamassa produzida no canteiro, na maioria das vezes, é rodada somente na Central de Argamassa, e demanda tempo e no mínimo 3 funcionários para executá-la (ver Figura 13). A possibilidade de produzi-la em diferentes locais como nos pavimentos superiores apresenta problemas tanto qualitativos quanto quantitativo, devido à perda no transporte dos materiais constituintes. E ainda seriam necessários diversos operadores de

betoneira, funcionário este que demanda de treinamento e qualificação na carteira de acordo com esta função, onerando a folha de pagamentos. Vale a pena citar que uma única Central de Argamassa era responsável por prover material para diversos outros serviços além da alvenaria, como chapisco, reboco e camada niveladora.

A hipótese de produção de argamassa convencional manualmente nos pavimentos foi descartada pois segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), as misturas devem ser feitas preferencialmente por processos mecanizados ou, em caso excepcional, por processo manual. Isso porque manualmente não é garantida a correta homogeneização da argamassa comprometendo as suas propriedades.

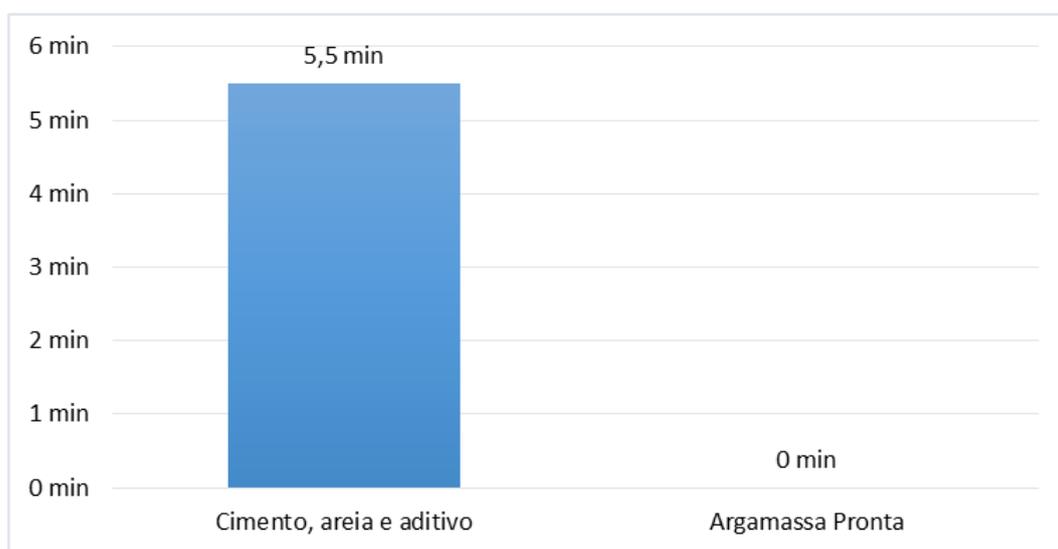


Figura 13 – Tempo para mistura dos materiais

Uma das grandes vantagens da argamassa pronta é a não necessidade de medição e mistura dos materiais, inclusive da água. Agregando assim qualidade e confiabilidade ao produto final, assim como facilidade de utilização e redução de patologias ao retirar a participação de operários na elaboração da argamassa. Isto também aumenta a produtividade dos pedreiros pelo fato da argamassa estar sempre disponível e na consistência ideal, elimina as perdas na mistura dos materiais constituintes e grande economia de mão-de-obra na equipe de betoneira, sendo esta a equipe mais requisitada da obra, conforme pode-se observar na Tabela 11.

Portanto é correto afirmar que a argamassa pronta é favorecida pela total inexistência do processo de preparo, sendo necessário somente o seu transporte vertical até o local de trabalho em horários flexíveis, liberando assim a Central de Argamassa para atender aos outros serviços.

#### **3.4.6. Transporte vertical dos materiais**

O ganho na logística do transporte vertical da argamassa pronta frente à convencional é significativo, inclusive foi uma das principais questões pela qual decidiu-se optar por esta nova tecnologia. A quantidade de jericas com argamassa dentro do elevador de obra é limitada em apenas duas. E além disso, é necessário ao operador do elevador aguardar a descarga dos materiais nas masseiras dos pavimentos superiores para então retornar a jericas ao elevador, causando um tempo de ciclo ainda maior (ver Tabela 10). Como já discutido anteriormente, a maior demanda de argamassa para assentamento ocorria em horários de pico, conflitando com os outros serviços que também aguardavam transporte vertical, sendo estes horários no início da manhã e no início da tarde. Resultando assim em diminuição da produtividade de todas as equipes, início tardio dos serviços na obra e argamassas que eram entregues após algum tempo de sua produção, podendo criar patologias de falta de aderência e fissuras.

Tabela 10 – Tempo de transporte dos materiais para 1 m<sup>2</sup> de alvenaria

ARGAMASSA CONVENCIONAL				COMPARATIVO
INSUMO	PEDIDO MÉDIO	TEMPO	TEMPO / M <sup>2</sup>	%
Argamassa convencional	2 jericas (1 betonada)	6,83 min	<b>0,3287 min</b>	<b>&lt; 8%</b>
Alvenaria	2 palets (180 tijolos)	9,81 min	<b>1,4344 min</b>	
<b>TEMPO DE TRANSPORTE / M<sup>2</sup> ALVENARIA</b>			<b>1,7632 min</b>	
<b>ARGAMASSA PRONTA</b>				
INSUMO	PEDIDO MÉDIO	TEMPO	TEMPO / M <sup>2</sup>	
Argamassa pronta	10 baldes 30 kg	4,00 min	<b>0,0293 min</b>	
Alvenaria	2 palets (180 tijolos)	9,81 min	<b>1,5854 min</b>	
<b>TEMPO DE TRANSPORTE / M<sup>2</sup> ALVENARIA</b>			<b>1,6147 min</b>	

A argamassa pronta era transportada nas próprias embalagens fornecidas pelos fabricantes, com possibilidade de empilhamento e otimização do espaço no elevador. Os tempos para transporte da mesma estão ilustrados na Tabela 10. Pode-se observar que por mais que a quantidade de argamassa por metro quadrado de alvenaria fosse menor, havia maior quantidade de tijolos a serem transportados. Com isto a redução de tempo de uso do elevador era pouco significativa de apenas 8%.

Contudo seu maior ganho não está no tempo de transporte e sim na logística do elevador. A sua entrega nos pavimentos era totalmente flexível, e era realizada somente quando a equipe de transporte se encontrava ociosa. E utilizando as quantidades tabeladas por pavimento fornecida à equipe do elevador, estes operavam de forma completamente autônoma dos pedreiros. Trazendo assim

ganhos de produtividade, pois os pedreiros ao adentrarem no pavimento toda a quantidade de argamassa necessária já estava disponível no mesmo criando um fluxo contínuo de produção, e ainda redução da ociosidade da equipe de transporte e redução dos picos de utilização do elevador.

#### **3.4.7. Tempo de Reação**

O conhecimento dos tempos de reação de cada material é muito importante, pois este é o tempo necessário para a alvenaria adquirir certa resistência, possibilitando assim a execução das fiadas superiores sem deslocar as camadas inferiores. Segundo o fabricante Itambé (2010), “o momento de início da cristalização ou do endurecimento do cimento é chamado de tempo de início de pega. Das reações com os aluminatos resulta um cristalino na forma de pequenas agulhas prismáticas que começam a ocorrer após algumas horas (geralmente entre 2 a 4 horas) do início da hidratação.” Portanto o tempo necessário para a argamassa iniciar seu endurecimento é em média 3 horas após a sua mistura com água, e o pedreiro deve utiliza-la dentro deste prazo (Figura 14).

Isto limita o volume possível a ser utilizado pelo pedreiro, pois o mesmo não pode fazer um pedido maior do que sua capacidade de produção neste período de 3 horas. Ocorre o risco do pedreiro utilizar a argamassa após iniciada sua pega, causando possíveis patologias de perda de aderência, resistência mecânica da parede, e fissuras. Este fato também causa ociosidade de mão-de-obra, pois por diversas vezes o pedreiro termina a sua argamassa 30 minutos até 1 hora antes do término do dia, porém o mesmo fica impossibilitado de pedir uma nova remessa pois não haverá tempo suficiente para produzi-la, transporta-la e utiliza-la antes do término do dia.

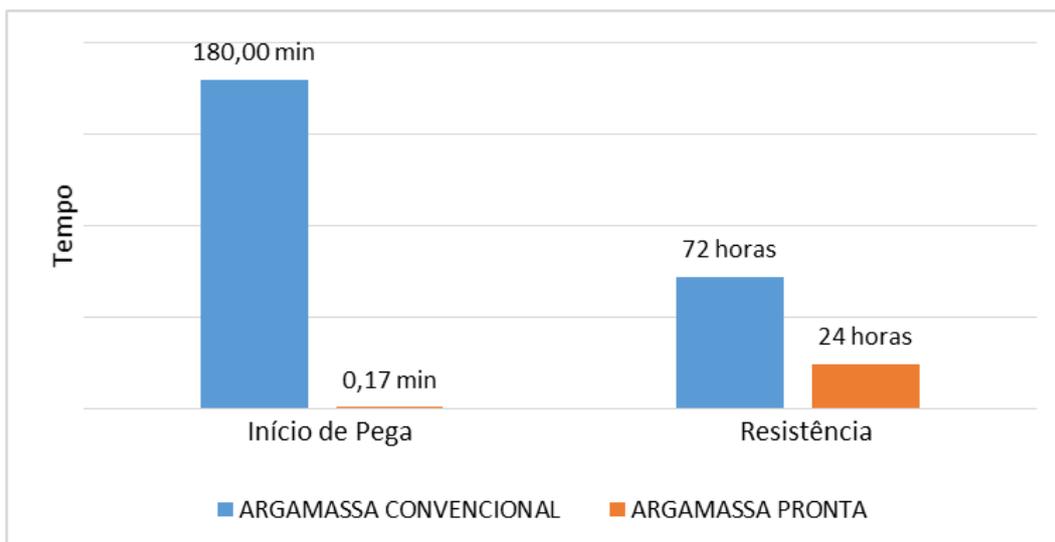


Figura 14 – Tempo de reação dos componentes

No entanto com a argamassa pronta não há necessidade de tal preocupação. Pelo fato de a mesma ser composta por polímeros que reagem somente em contato com o ar, esta só inicia sua reação após exposta fora de sua embalagem. Caso o pedreiro interrompa sua atividade ao meio da bisnaga, seja pelo período do almoço ou pelo término da jornada de trabalho, é necessário somente protegê-la dobrando a ponta da bisnaga no caso do Fabricante 1, ou mantendo o recipiente em que a mesma é fornecida fechado no caso do Fabricante 2. Segundo o fabricante, esta já começa a ganhar resistência nos primeiros segundos de aplicação, e tempo de pega total até atingir 100% de sua resistência é de somente 24 horas em clima seco e quente, podendo variar de acordo com a umidade e temperatura.

#### 3.4.8. Produtividade no Assentamento de Alvenaria Cerâmica

Outra característica da argamassa pronta que pesou bastante na decisão da empresa para adotar esta nova tecnologia, além da logística do transporte, foi o aumento esperado da produtividade. Afinal, se fosse reduzido o tempo da equipe por espera de material, exclusão do tempo ocioso dos pedreiros ao final do dia devido ter acabado o material antes do tempo, e ainda a facilidade na aplicação, é de se esperar que a produtividade seja aumentada. A situação encontrada na obra em estudo era a ideal para a comparação da produtividade, pois os dados para cada

tecnologia foram coletados em pavimentos idênticos, sendo a única variável o efeito aprendido adquirido pelas equipes durante a execução.

A produção foi medida somente nos dez pavimentos tipo do edifício. Nos quatro primeiros pavimentos tipo foi executado o assentamento de alvenaria com argamassa convencional. Do quinto até o décimo pavimento tipo o assentamento foi trocado para argamassa pronta. A produtividade da cobertura não foi considerada pois este pavimento era totalmente diferente dos demais. O estudo da produtividade demandou um intenso acompanhamento das horas trabalhadas de cada profissional da equipe, considerando faltas e horas extras necessárias. Para tanto foi utilizado a folha de pagamento da empresa ou no caso dos terceirizados, o cartão de ponto destes. Além disto era necessário conhecer o quanto foi produzido em cada período de tempo, dados estes retirados da medição mensal realizada na obra. Desta forma foi possível encontrar o homem-hora trabalhado por metro quadrado de alvenaria durante o período de estudo. Estas produtividades médias das equipes estão expostas na Tabela 11.

Tabela 11 – Produtividade no assentamento de alvenaria (m<sup>2</sup>/h.dia)

ARGAMASSA CONVENCIONAL			ARGAMASSA PRONTA			COMPARATIVO
MÊS	OFICIAL	SERVENTE	MÊS	OFICIAL	SERVENTE	%
jul/13	9,26	13,47	out/13	10,91	11,43	<b>OFICIAL &gt;80%</b>
ago/13	7,82	8,94	nov/13	15,73	15,73	
set/13	7,96	10,13	dez/13	21,97	24,94	
			jan/14	17,52	19,58	
			fev/14	13,86	20,2	
			mar/14	12,97	23,5	
			abr/14	13,78	23,5	
			mai/14	13,16	20,56	<b>SERVENTE &gt;84%</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>8,35 m<sup>2</sup>/h.dia</b>	<b>10,85 m<sup>2</sup>/h.dia</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>14,99 m<sup>2</sup>/h.dia</b>	<b>19,93 m<sup>2</sup>/h.dia</b>	
	<b>0,964 h.h/m<sup>2</sup></b>	<b>0,760 h.h/m<sup>2</sup></b>		<b>0,556 h.h/m<sup>2</sup></b>	<b>0,425 h.h/m<sup>2</sup></b>	

Pode-se notar que o ganho de produtividade utilizado argamassa pronta foi bastante significativo, sendo de 80% para o oficial e de 84% para o servente. Estes índices podem ser comparados às médias teóricas de produtividade (Tabela 12) disponibilizados pela PINI (2008).

Tabela 12 – Produtividade teórica para alvenaria de tijolo cerâmico (PINI 2008)

<b>Mín = 0,51</b>		<b>Med = 0,64</b>		<b>Max = 0,74</b>	
<b>Produtividade do pedreiro (Hh/m<sup>2</sup>)</b>					
Não preenchimento de juntas verticais			Preenchimento de juntas verticais		
Densidade média da alvenaria/m <sup>2</sup> de parede / m <sup>2</sup> de piso			Densidade alta ou baixa da alvenaria/m <sup>2</sup> de parede / m <sup>2</sup> de piso		
Presença quase que exclusiva de paredes a altura usual			Presença significativa de paredes altas ou baixas demais		
Pouco tempo para executar um pavimento (prazos enxutos)			Muito tempo para executar um pavimento (prazos extensos)		
Paredes de espessuras pequenas			Paredes de espessuras grandes		
Baixa rotatividade			Alta rotatividade		
Pagamento conforme acordado			Falha no pagamento dos operários		
Material disponível			Falta de material		
Equipamento de transporte vertical disponível			Quebras ou indisponibilidade de equipamento de transporte vertical		
<b>Mín = 0,31</b>		<b>Med = 0,38</b>		<b>Max = 0,44</b>	
<b>Produtividade do servente (Hh/m<sup>2</sup>)</b>					

Nota-se que inicialmente a produtividade do pedreiro e do servente estavam aquém do limite vermelho da Tabela 12. No entanto após a introdução da argamassa pronta a produtividade do pedreiro ficou próximo do ideal de produtividade na faixa azul da tabela. A do servente continuou no vermelho, talvez por esta ser uma obra vertical e demandar bastante deste profissional para transporte e limpeza do local. O resultado do estudo pode ser melhor ilustrado pela Figura 15.

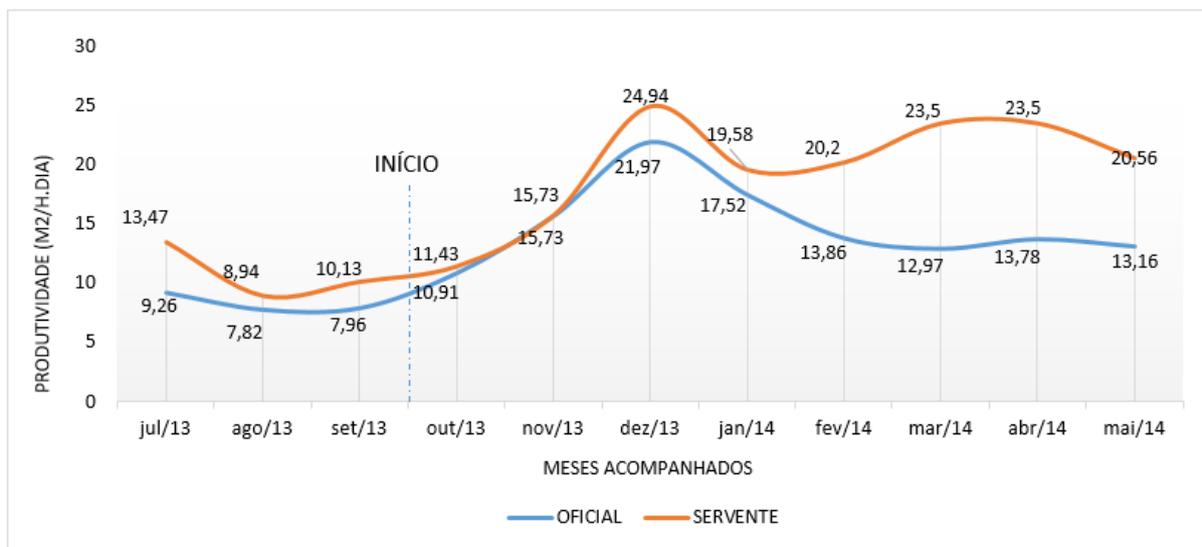


Figura 15 – Produtividade da alvenaria antes e depois da utilização da argamassa pronta

É possível observar que após o início da nova tecnologia, houve um acréscimo progressivo de produtividade, principalmente após a adoção da argamassa do fabricante 2 em meados de Novembro de 2013. Em dezembro houve um pico de produtividade devido ao grande número de incentivos dado pela empresa aos funcionários para que estes cumprissem as metas até 20 de Dezembro, início do recesso da empresa. Isto demonstrou o potencial da argamassa assim como a capacidade da equipe de melhorar a produtividade se bastante motivada. Nos meses que se seguiram houve uma estabilização do índice de produtividade.

### 3.4.9. Peso da alvenaria com argamassa

Com a redução da ocorrência de elementos maciços - as juntas de argamassa - e em substituição a este o aumento de elementos vazados - os tijolos cerâmicos - é de se esperar uma redução significativa do conjunto como um todo. Utilizando dados de ensaio realizado pelo fabricante Verbamfix apresentado em relatório, pode-se resumir os resultados na Tabela 13. Este ensaio foi realizado criando pequenos primas de alvenaria com dimensões de 240x140x90mm para cada situação desejada, e medido o peso próprio do conjunto (ver Figura 16). Com o peso e as medidas do prisma, é possível avaliar o peso por metro quadrado da alvenaria em um caso real.

Tabela 13 – Peso da alvenaria com tijolos cerâmicos (adaptado de Verbamfix, 2013)

CARACTERÍSTICAS	TIJOLO DEITADO		TIJOLO EM PÉ	
	ARGAMASSA CONVENCIONAL	ARGAMASSA PRONTA	ARGAMASSA CONVENCIONAL	ARGAMASSA PRONTA
Dimensões parede	54x54	51x49	49x52	49x51
Área parede	0,29 m <sup>2</sup>	0,25 m <sup>2</sup>	0,25 m <sup>2</sup>	0,25 m <sup>2</sup>
Peso parede	41,80 kg	29,30 kg	23,30 kg	17,70 kg
Peso / m <sup>2</sup>	<b>143,35 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>117,25 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>91,44 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>70,83 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>COMPARATIVO</b>	<b>&lt; 18,2%</b>		<b>&lt; 22,5%</b>	



Figura 16 – Ensaio de pesagem do conjunto tijolo e argamassa (VERBAMFIX, 2013)

Apesar dos tijolos de 240x140x90 mm serem de dimensões diferentes dos utilizados na obra em estudo, fica constatado a significativa redução no peso próprio da alvenaria da ordem de 22,5% para tijolo a cutelo quando utilizada argamassa

pronta. Esta redução pode gerar economias de aço e concreto se prevista em projeto estrutural.

#### 3.4.10. Resistência mecânica

Uma grande preocupação da empresa ao adotar esta nova tecnologia era com a resistência da parede final, visto que a obra se trata de um edifício de 14 pavimentos, sujeito a cargas laterais de vento consideráveis. Soma-se a isto o fato das paredes serem rebocadas internamente com gesso, o qual oferece reduzida resistência se comparação ao revestimento de argamassa de cimento. Os ensaios utilizados como base para esta análise foram executados pelo Laboratório CIENTEC, com o objetivo de “verificar, através da realização de ensaios de determinação da resistência à compressão de prismas e ensaios de determinação da resistência à tração na flexão de wallettes (prismas maiores), o desempenho comparativo da argamassa industrializada Verbamfix com o traço da argamassa convencional mista 1:1:6 (cimento, cal e areia medidos em volume) para o assentamento de tijolos e blocos de concreto. Com os dados do ensaio foi possível elaborar a Tabela 14 que reúne todos os resultados.

Tabela 14 – Ensaio de resistência de alvenaria com tijolos cerâmicos (adaptado de CIENTEC, 2010)

TIPO DO ENSAIO	ARGAMASSA CONVENCIONAL TRAÇO 1:1:6	ARGAMASSA PRONTA	COMPARATIVO
Resistência à compressão de CPs tipo prisma	1,39 MPa	1,94 MPa	> 39,6%
Resistência à tração na flexão de CPs tipo wallettes - paralelo às juntas horizontais	0,18 MPa	0,23 MPa	> 27,8%
Resistência à tração na flexão de CPs tipo wallettes - perpendicular às juntas horizontais	0,21 MPa	0,42 MPa	> 100,0%

Ensaio de resistência também foram executados pelo Laboratório Falcão Bauer (2011), porém para ver se a argamassa pronta estava de acordo com os limites definidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013). Em seu laudo, o Laboratório Falcão Bauer (2011) cita que “em todos os ensaios foi observado que a ruptura dos prismas ocorreu no bloco, indicando que a argamassa possui resistência à compressão superior ao bloco ensaiado”. E finalmente conclui que “a alvenaria de vedação assentada com massa pronta da Verbamfix atendeu os parâmetros da NBR 15575-4/08 (ABNT, 2013) com relação aos ensaios cargas suspensas, impacto de corpo duro e resistência às operações de portas, bem como não influenciou diretamente na resistência à compressão das paredes. Entretanto, a sua utilização em paredes para alvenaria estrutural deve ser fundamentada em análises realizadas pelo engenheiro responsável pelo projeto estrutural, uma vez que as normas técnicas de alvenaria estrutural especificam somente o assentamento dos blocos com argamassa de base cimentícia e espessura de  $(10\pm 3)$  mm.”

Por mais que todos os ensaios apresentados tenham sido encomendados pelos fabricantes, acredita-se na idoneidade dos laboratórios e portanto conclui-se que é seguro a utilização da argamassa pronta em edifícios e ainda que há um considerável ganho de resistência da parede de alvenaria com esta tecnologia.

#### **3.4.11. Cálculo do Custo Final**

A preocupação com os custos está presente na gerência de toda empresa de construção civil, porém no caso da empresa em estudo este não era o principal ponto analisado para a decisão da mudança de tecnologia, mas sim os ganhos de logística e redução do prazo da obra com o ganho de produtividade.

Para as composições de custos foram reunidos os dados de produtividade coletados em obra e informações de preço de insumos e frete adquiridos no Setor de Compras da empresa. Os memoriais de cálculo estão disponíveis nos Apêndices 1, 2 e 3. A composição para o metro cúbico de argamassa convencional está disposta na Tabela 15. Para a produção do betoneiro e servente foram utilizados dados da TCPO 13 da PINI e os outros dados foram calculados teoricamente. A Tabela 16 apresenta a composição para alvenaria com argamassa convencional. E finalmente a Tabela 17 demonstra a composição para alvenaria com argamassa pronta. O consumo da argamassa pronta foi coletado em obra, sendo este o limite máximo de

consumo indicado fabricante e portanto há possibilidade de redução. Estes índices de produção estão expostos na Tabela 11. Agrupando os dados das composições apresentadas em uma única tabela, obtêm-se a Tabela 18.

Tabela 15 – Composição de custos da argamassa convencional - traço 1:5 (m<sup>3</sup>)

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Betoneiro	h	0,31	5,21	1,62	
Servente	h	4,80	3,76	18,07	
Areia	m <sup>3</sup>	0,70	20		14,00
Cimento CP II-Z-32	Kg	266,67	0,6		160,00
Aditivo Plastificante	L	1,07	2,45		2,61
Betoneira 600 l	h produtiva	0,31	4,04		1,24
<b>SUBTOTALS</b>				19,68	177,85
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		25,00	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			1,78
<b>TOTAIS</b>				44,68	179,63
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>224,30</b>	

Tabela 16 – Composição de custos da alvenaria utilizando argamassa convencional

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Pedreiro	h	0,964	5,21	5,02	
Servente	h	0,760	3,76	2,86	
Tijolo	und	26,316	0,42		11,05
Argamassa 1:5	m <sup>3</sup>	0,009	224,30		2,02
<b>SUBTOTALS</b>				7,8823	13,0713
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		10,01	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			0,13
<b>TOTAIS</b>				17,89	13,20
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>31,09</b>	

Tabela 17 – Composição de custos da alvenaria utilizando argamassa pronta não cimentícia

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Pedreiro	h	0,556	5,21	2,90	
Servente	h	0,425	3,76	1,60	
Tijolo	und	29,086	0,42		12,22
Argamassa Pronta	Kg	2,200	1,75		3,86
<b>SUBTOTALS</b>				4,4970	16,0734
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		5,71	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			0,16
<b>TOTAIS</b>				10,21	16,23
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>26,44</b>	

Tabela 18 – Comparativo de custos das argamassas

PREÇO	ARGAMASSA CONVENCIONAL	ARGAMASSA PRONTA	COMPARATIVO
MÃO-DE-OBRA	17,89	10,21	< 42,9%
MATERIAL	13,20	16,23	> 23,0%
TOTAL SEM BDI	31,09	26,44	< 15,0%

Como já era esperado, o custo de material da argamassa pronta é 23% maior, pois a argamassa industrializada é mais cara, e ainda há um aumento no consumo de tijolos por metro quadrado. Entretanto há uma expressiva redução no custo de mão-de-obra em torno de 43%, devido à ausência de mão-de-obra para mistura e também aumento da produtividade da alvenaria. Com isto houve uma redução de 15% do custo final da alvenaria com argamassa pronta em comparação à convencional.

### 3.4.12. **Sustentabilidade Ambiental**

A questão da Sustentabilidade Ambiental tem sido cada vez mais presente nas empresas de construção civil, e isto não é diferente na empresa em estudo. As argamassas poliméricas possuem grande vantagem neste tópico por não conter em sua formulação os dois principais ingredientes da argamassa cimentícia que causam grande impacto ao meio ambiente: a areia e o cimento.

Segundo o SNIC (Sindicato Nacional da Indústria de Cimento) a fabricação de 1 Kg de cimento emite mais de 600 gramas de CO<sub>2</sub> na atmosfera devido ao processo de decarbonificação das matérias primas e devido ao consumo de energia necessário para chegar a temperaturas de até 1450 °C no seu processo de fabricação. Acredita-se que a indústria do cimento é responsável por aproximadamente 5% do CO<sub>2</sub> emitido pelo homem. (SNIC, 2013)

Por eliminar a necessidade do uso de areia na mistura da argamassa convencional, a argamassa polimérica contribui para diminuir a retirada deste material dos leitos de rios, evitando os problemas ambientais associados com esta prática. Segundo o fabricante Dundun, a argamassa pronta é elaborada com base em agregados minerais de rochas calcárias e reduz entre 90 e 95% a quantidade desse insumo, se comparado às argamassas industrializadas com matriz cimentícia.

## 3.5. DIFICULDADES ENCONTRADAS

### 3.5.1. **Ajuste do nível das fiadas**

Ao utilizar a argamassa convencional, era possível uma maior flexibilidade quanto ao ajuste do nível das fiadas, necessário para o esquadro de portas e janelas assim como a correta distância da última fiada para encunhamento com a viga. Com a argamassa convencional a parede se apresentava com um aspecto visual bem mais agradável como ilustrado na Figura 17.



Figura 17 - Nivelamento das fiadas com argamassa convencional

Ao se adotar a utilização da argamassa pronta, esta foi uma das maiores dificuldades encontradas. Uma das grandes exigências para sua utilização é de que haja pouca variabilidade nas dimensões dos tijolos utilizados, visto que esta não é capaz de compensar esta diferença devido à sua pequena espessura. Os tijolos utilizados na obra apresentaram uma variação dimensional fora dos limites estipulados pela NBR 7171 (ABNT, 1992) que permite tolerância de três milímetros para mais ou para menos em cada direção. Nos lotes de tijolos avaliados, foram encontradas diferenças de até 10 mm de um lote para outro do mesmo fabricante (Figura 18), com uma média estipulada em 3 mm



Figura 18 – Falta de uniformidade dimensional dos tijolos cerâmicos

Segundo fabricante, esta variação foi causada devido à grande variação climática que a região tem sofrido no período do verão, com alternância de sol e chuva em curto espaço de tempo, impactando diretamente no tempo de cozimento dos tijolos. Não foi possível a troca do fabricante pois o tijolo fornecido para empresa era em dimensões exclusivas para cidade de 190x190x90 mm, enquanto que o restante dos construtores locais utiliza tijolos de 120x190x90 mm Portanto este era o único fabricante disposto a fornecer tijolos com estas dimensões sem exigir um preço demasiadamente elevado.

Com isto, nos primeiros testes executados com a argamassa pronta houveram diversas dificuldade quanto à sua utilização. Os funcionários reclamaram do novo material adotado, e os serviços apresentaram um resultado visual e prático bastante insatisfatório, conforme Figura 19. Posteriormente as soluções foram surgindo com a prática dos funcionários e orientações do fabricante. Inicialmente o nivelamento foi melhorado utilizando pequenas lascas de tijolos para compensar a diferença dos tijolos, conforme Figura 20.



Figura 19 – Falta de nivelamento das fiadas com argamassa pronta ocorrido nos primeiros testes



Figura 20 – Utilização de lascas de tijolo para compensar defeitos nos tijolos

E finalmente foi adicionado uma junta horizontal no meio da alvenaria - à altura das vergas das janelas - composta de argamassa convencional (Figura 21), para compensar o nível até este ponto, e a partir desta a nova fiada já iniciaria com o novo nivelamento corrigido. Claro que esta última solução acabava por demandar argamassa convencional, porém isto não interrompia o fluxo contínuo de trabalho dos pedreiros que trabalhavam em outros serviços enquanto aguardavam a massa.



Figura 21 – Melhoras no nivelamento da alvenaria com a adoção de novos procedimentos

### 3.5.2. Ajuste da altura das fiadas

Outra disparidade encontrada entre as duas tecnologias foi no ajuste da altura das fiadas, necessária para se alcançar a cota correta das portas e janelas, assim como a correta distância para o encunhamento com a viga. Essas cotas deveriam ser alcançadas sem necessidade de quebras excessivas ou grandes volumes de arremates com argamassa.

As cotas utilizadas na obra, medidas a partir do nível da niveladora, eram as seguintes. Para o parapeito da janela, a alvenaria deveria estar a 0,9 m de altura e sobre esta era assentada uma contraverga pré-moldada de 0,1 m de altura, atingindo então a altura do parapeito da janela de 1 m. Para o nível superior das portas e janelas, a altura era de 2,1 m na parte de baixo da verga. A altura da

alvenaria para o encunhamento com a viga era variável, dependendo da altura da viga. Mas o espaço entre os dois elementos deveria ser de 20 a 30 mm para encunhamento com argamassa de cimento.

A argamassa convencional é mais dinâmica, podendo ser utilizada na espessura de 15 mm até 30 mm sem maiores problemas executivos, além do gasto excessivo de material. Com isto é possível corrigir a altura desejada ao longo das fiadas sem maiores dificuldades, somente alterando a espessura junta de argamassa. Enquanto que na argamassa pronta a espessura da junta é desprezível, ficando um tijolo praticamente encostado no outro. As duas juntas de argamassa convencional utilizadas no meio da alvenaria citadas anteriormente ajudavam na correção da altura, porém somente este artifício não era suficiente para o ajuste completo da altura. A solução encontrada em obra para tal problema foi a de realizar a quebra da fiada de marcação da alvenaria para a alvenaria já iniciar com a altura desejada (Figura 22). Desta forma era possível executar todas as outras fiadas fazendo com que estas alcançassem a correta altura das portas, janelas e encunhamento, sem necessidade de quebra excessiva dos tijolos (ver Figura 23).



Figura 22 – Ajuste da altura das fiadas com auxílio da fiada de marcação



Figura 23 – Colocação da verga, contra verga e encunhamento sem necessidade de quebra dos tijolos

Este último artifício tinha o porém de gerar uma maior quantidade de resíduos na obra devido à quebra de todos os tijolos da primeira fiada. Entretanto toda esta quebra era realizada apenas uma vez no início da alvenaria do pavimento, onde este era limpo em seguida, e não repetidas vezes ao longo do serviço. Além disto, entende-se que o resíduo gerado para o ajuste das alturas era inevitável, portanto não se enquadra como perda, e sim como parte do procedimento de execução.

### 3.5.3. **Maior rigidez da alvenaria, exigindo mudança no procedimento de encunhamento**

Nos primeiros pavimentos executados com argamassa convencional, tinha-se a prática de utilizar argamassa expansiva para realizar o encunhamento da parede. Ao se utilizar esta tecnologia, deixa-se somente 20 a 30 mm de distância para viga para preenchimento com a argamassa expansiva, causando assim menor quebra, menos argamassa e maior velocidade de execução (Figura 24).

No entanto a argamassa expansiva é mais rígida do que a antiga técnica de se utilizar tijolos em 45 graus, portanto caso a viga sofra qualquer tipo de deformação, a

possibilidade destes esforços serem transmitidos à alvenaria é maior. No entanto como a parede possuía argamassa convencional de cimento, esperava-se que no caso de deformação da estrutura, as juntas argamassa convencional entre as fiadas fosse capaz de absorver estes deslocamentos sem repassar os esforços aos tijolos, evitando a ocorrência de fissuras.



Figura 24 – Encunhamento de alvenaria com argamassa convencional com argamassa expansiva

Porém ao se optar pela técnica da argamassa pronta, houve a preocupação de que as possíveis movimentações da estrutura não seriam absorvidas pelo rígido encunhamento com argamassa expansiva. E como os tijolos ficam justapostos aos outros sem separação, estes fatalmente receberiam esta carga ocasionando trincas e fissuras. Em vista disso, foi realizada pesquisa sobre o assunto pelo engenheiro da obra, e ficou claro que o encunhamento em 45 graus ainda é o método mais seguro de garantir uma certa flexibilidade para absorver quaisquer movimentações da estrutura (Figura 25). Porém esta técnica arcaica é de trabalhosa execução além de gerar mais quebras e consequentemente resíduos. Portanto a empresa se viu

obrigada a retroceder à este processo para garantir que não haveria patologias no futuro, gerando um maior custo, tempo e resíduos para realizar o encunhamento das paredes.



Figura 25 – Encunhamento de alvenaria com argamassa pronta utilizando tijolo a 45 graus

Posteriormente foi adotada uma nova técnica para o encunhamento, no qual se deixa um espaço de 20 a 30 mm entre a alvenaria e a viga e este é preenchido utilizando um traço de argamassa mais fraco. Desta forma este cordão de argamassa fraca seria suficiente para absorver as movimentações da viga sem transmiti-las aos tijolos cerâmicos.

#### **3.5.4. Permeabilidade da alvenaria e problemas de infiltração**

Outro questionamento levantado que causou grande preocupação à gerencia da empresa foi quanto à permeabilidade das paredes externas. Enquanto utilizando argamassa convencional, era prática da empresa assentar as paredes internas sem utilização de junta vertical, todavia nas paredes externas a junta vertical era obrigatória, a fim de garantir uma menor permeabilidade da parede, não deixando

espaços vazios entre os tijolos. Porém, ao se utilizar argamassa polimérica, não era possível realizar a junta vertical, deixando os tijolos simplesmente justapostos, e ocasionalmente apareciam pequenas frestas entre estes (Figura 26). Com isto a possibilidade de percolação da água externa para o interior do ambiente devido à presença de espaços vazios entre os tijolos era muito maior do que na situação anterior. Para evitar problemas posteriores, será então necessário a utilização de aditivo impermeabilizante na argamassa do reboco externo, gerando assim um maior custo na produção deste.



Figura 26 – Espaços existente entre os tijolos de parede externa devido à ausência de junta vertical

### 3.5.5. Desperdício no desmonte da alvenaria

Um ponto relevante de se observar é na ocasião da necessidade de retirada da alvenaria devido a pedido de clientes para a modificação de seus apartamentos ou outros motivos diversos. Quando se utilizava a argamassa convencional, e a parede ainda não havia sido rebocada, era possível realizar o desmonte da parede sem muitos esforços e reaproveitar os tijolos em outros serviços sem maiores danos a estes e com menor geração de resíduos. Porém a argamassa industrializada oferece um maior poder de adesão, conforme visto nos ensaios laboratoriais apresentados

anteriormente (ver Tabela 13), gerando grande dificuldade no desmonte da parede. Com isto caso fosse necessário retirar uma parede, a quebra completa dos tijolos sem reaproveitamento era inevitável (Figura 27). Com isto gerando grandes prejuízos à limpeza da obra, problemas logísticos para escoar tamanha quantidade de entulho e maior impacto ambiental.



Figura 27 – Quebra de alvenaria sem reaproveitamento devido à utilização de argamassa pronta

### 3.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após avaliar individualmente cada aspecto da comparação da argamassa pronta não cimentícia com a argamassa convencional de cimento, é possível resumir todos os resultados obtidos conforme Tabela 19.

Tabela 19 – Comparativo da argamassa pronta não cimentícia com a argamassa convencional

ITEM	CARACTERÍSTICA	OBS	COMPARATIVO
4.4.1	Tempo para chegada dos materiais na obra		>1400%
4.4.2	Tempo para descarga de materiais considerando 2 funcionários	Incluindo areia	< 32%
		Excluindo areia	> 26%
4.4.3	Área para estoque de materiais para 1m <sup>2</sup> de alvenaria		< 78%
	Perda de material por estoque e manuseio	Fabricante 1	> 1400%
		Fabricante 2	> 400%
4.4.4	Validade dos materiais		> 500%
4.4.5	Tempo para mistura dos materiais		< ∞
4.4.6	Tempo de transporte dos materiais para 1m <sup>2</sup> de alvenaria		< 8%
4.4.7	Tempo de reação dos componentes	Pega	> 100%
		Resistência	> 67%
4.4.8	Produtividade no assentamento de alvenaria (m <sup>2</sup> / homem.dia)	Oficial	> 80%
		Servente	> 84%
4.4.9	Peso da alvenaria com tijolos cerâmicos 240x140x90 mm	Deitado	< 18%
		Em pé	< 23%
4.4.10	Ensaio de resistência para tijolos cerâmicos de 6 furos (MPa)	Compressão	> 40%
		Flexão horiz.	> 28%
		Flexão perpend.	> 100%
4.4.11	Comparação de custos da alvenaria c/ argamassa (R\$)	Mão-de-obra	< 43%
		Material	> 23%
		Total	< 15%

Estes resultados foram compatíveis em relação a outros estudos realizados por autores diversos, como exemplificado por Rocha (2012) quanto cita que “Ao considerarmos as questões financeiras, tanto para assentamento sem função

estrutural quanto para assentamento com função estrutural, a argamassa polimérica mostrou-se econômica em relação às outras argamassas de assentamento estudadas, em média são 24% mais econômicas para cada metro quadrado e produzem em média 85% a mais que as demais argamassas de assentamento” Analisando estes resultados, além de todas as questões discutidas ao longo da pesquisa, é possível afirmar quais são as vantagens e desvantagens na adoção deste novo método executivo, os quais serão apresentados na Tabela 20. Para cada um destes pontos negativos, foi apontada a solução utilizada na obra em estudo. Estas soluções podem ser observadas na Tabela 21.

Tabela 20 – Vantagens e desvantagens da argamassa pronta não cimentícia em comparação à argamassa convencional

VANTAGENS	DESvantagens
Ganhos logísticos no elevador obra devido ser um produto mais dinâmico que a argamassa fresca	Necessidade de compra em grandes lotes, gerando um maior volume de capital imobilizado
Maior facilidade na descarga dos materiais em obra (porém o tempo para descarga depende de cada obra)	Maiores perdas no manuseio e estocagem do material, devido à sensibilidade do produto que não pode entrar em contato com o ar
Menor espaço necessário para estoque em obra	Maior custo de material (porém com custo final menor se considerado a economia de mão-de-obra)
Maior tempo de validade de seus componentes, sendo possível estocar em maior quantidade	Dificuldade no ajuste de nível das fiadas, por não possuir espessura para compensar as diferenças dos tijolos
Não há necessidade de mistura, eliminando a possibilidade de erro no traço e o tempo de mistura	Dificuldade de acertar a altura correta das portas, janelas e encunhamento, devido não haver possibilidade de ajustes na altura
Menor tempo necessário para transporte devido seu menor volume, assim como reduzido número de ciclos do elevador	Maior rigidez da alvenaria, aumentando a possibilidade de fissuras em caso de movimentação da estrutura
Tempo de pega mais rápido, reduzindo tempo de espera para executar as fiadas superiores	Maior permeabilidade da alvenaria, devido à ausência de junta vertical, gerando espaços vazios entre os tijolos
A alvenaria atinge sua resistência final mais rapidamente, aumentando a segurança na obra	Perda total da alvenaria, sem a possibilidade de desmonte, caso seja necessário retirar uma parede
Melhor produtividade da mão-de-obra, gerando um fluxo de trabalho mais contínuo	
Menor peso da alvenaria pronta, reduzindo as cargas na estrutura	
Maior resistência mecânica tanto na compressão quanto na tração, aumentando a segurança do empreendimento	
Menor custo final da alvenaria	
Sustentabilidade ambiental devido não utilizar cimento e areia em sua composição	

Tabela 21 – Soluções propostas para os pontos negativos encontrados

PONTOS NEGATIVOS	SOLUÇÃO ADOTADA
Necessidade de compra em grandes lotes, gerando um maior volume de capital imobilizado	Melhor planejamento de compra e maior controle do estoque
Maiores perdas no manuseio e estocagem do material, devido à sensibilidade do produto que não pode entrar em contato com o ar	Armazenar o material em local protegido contra baques, sem grande circulação e sem necessidade de movimentação
Maior custo do material	Compensado pelo menor custo da mão-de-obra, gerando um menor custo final
Dificuldade no ajuste de nível das fiadas, por não possuir espessura para compensar as diferenças dos tijolos	Utilizar lascas de tijolos para compensar as diferenças, e introdução de duas juntas horizontais de argamassa convencional
Dificuldade de acertar a altura correta das portas, janelas e encunhamento, devido não haver possibilidade de ajustes na altura	Iniciar a fiada de marcação com a altura correta, quebrando os tijolos na medida calculada
Maior rigidez da alvenaria, aumentando a possibilidade de fissuras em caso de movimentação da estrutura	Utilizar método de encunhamento mais eficiente, como o preenchimento com argamassa fraca mais flexível
Maior permeabilidade da alvenaria, devido à ausência de junta vertical, gerando espaços vazios entre os tijolos	Introduzir aditivo impermeabilizante na argamassa utilizada para reboco externo da edificação
Perda total da alvenaria, sem a possibilidade de desmonte, caso seja necessário retirar uma parede	Evitar mudanças no layout após a alvenaria concluída

Observou-se que apesar da ocorrência de alguns pontos negativos na utilização da argamassa pronta não cimentícia, esta é capaz de prover diversos ganhos tanto em aspectos econômicos quanto executivos e de logística. Sendo portanto possível de considerar esta nova tecnologia viável para se utilizar em obras verticais de alvenaria convencional.

#### 4. CONCLUSÃO

A Construção Civil é uma área que necessita de profissionais mais dinâmicos e inovadores. A busca por novas tecnologias que visem aumentar a produtividade, reduzir o custo, melhorar a logística como um todo e ainda reduzir o impacto ambiental é obrigatória para a sobrevivência de qualquer construtora. Não pode-se apegar às tecnologias antigas e já consagradas e temer a mudança de processo, assim como o questionamento desses. A busca por melhorias deve ser contínua.

Ao adotar a argamassa pronta não cimentícia para o assentamento de alvenaria, a empresa em estudo encontrou dificuldades, no entanto os benefícios adquiridos por fim sobrepuseram estes pontos negativos, e soluções foram encontradas para contorna-los. Os principais pontos positivos foram o dinamismo no uso da argamassa quanto ao seu transporte e sua fácil utilização, o expressivo ganho de produtividade e grande nível de aceitação por parte da mão-de-obra e terceirizados, que trouxeram benefícios ao cronograma da obra de forma a acelerá-lo, e finalmente um aspecto não esperado pela empresa porém comprovado ao longo desta pesquisa que é a redução real do custo do serviço de assentamento de alvenaria.

Portanto conclui-se que, após analisar os mais diversos aspectos da argamassa pronta não cimentícia, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, esta foi aprovada para o uso em obras residenciais, com diversas vantagens frente à argamassa convencional de cimento.

É necessário ressaltar que há necessidade de estudos mais aprofundados quanto às possíveis patologias que poderão surgir devido ao uso da argamassa pronta. Estudo esse que deverá ser feito em obra já concluída e com alguns anos de exposição às intempéries e carregamentos. Sugere-se também verificar na prática a resistência à tração e compressão, visto que os ensaios aqui apresentados foram elaborados por laboratórios particulares, encomendados pelos próprios fabricantes. E também verificar se as características apresentadas neste estudo se estendem para a alvenaria de blocos de concreto. E se possível testar sua viabilidade para a alvenaria estrutural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A. C.. Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras: relatório final. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998. v. 5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578; Cimento Portland composto - Especificação. Rio de Janeiro,1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529; Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro,2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575; Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro,2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200; Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 248; Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BOWERSOX, D.J. CLOSS,D.J; COOPER,M.B.Gestão da cadeia de suprimentos e logística. Rio de Janeiro-RJ: Elsevier, 2007.442p.

CIENTEC. Ensaio Em Argamassa Para Assentamento De Unidades De Alvenaria. Porto Alegre-RS, 2010.

CINCOTTO, Maria Alba. Patologias das argamassas de revestimentos: Análise e recomendações. In: VÁRIOS. Tecnologia das Edificações (Publicação IPT 1801). 2. ed. São Paulo-SP: Pini, 1989. 549-554 p.

CINCOTTO, Maria Alba.; CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo; SILVA, Maria Angélica C. Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. (Publicação IPT 2378). São Paulo-SP: IPT- Instituto de Pesquisa Tecnológica, 1995.118p.

DUNDUN. Dúvidas frequentes. Disponível em: <  
<http://www.massadundun.com.br/?pagina=instrucoes>>. Acesso em 20 jan. 2015

FALCÃO Bauer. Relatório De Ensaio N° Ccc/220.341/1/11. Massa Pronta Para Assentamento De Blocos Cerâmicos Para Alvenaria De Vedação Ensaio Diversos. São Paulo, 2011.

FORMOSO, C.T. et al. Perdas na construção civil; conceitos e classificação. Revista Técnica. São Paulo, nº 23, pp. 30-33. Jul/ago 1996

GUIMARÃES, J.E.P. A cal: Fundamentos e aplicações na engenharia civil. 2.ed. revisada, atualizada e ampliada. São Paulo-SP: Pini, 2002.341p.

ITAMBE. Início e fim da pega do cimento. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/inicio-e-fim-de-pegua-qual-a-utilidade/>>. Acesso em 20 jan. 2015

MARTINELLI, F.A.; HELENE P.R.L. Usos funções e propriedades das argamassas mistas destinadas ao assentamento e revestimento de alvenaria. Boletim Técnico n. BT/PCC/47. São Paulo: Escola Politécnica do Estado de São Paulo, 1991

MASSETO, L. T.; SILVA, F.B.; BARROS, M.M.S.B. Novas tecnologias de produção de revestimentos verticais de argamassas: organização da produção e produtividade. São Paulo: PCC/EPUSP, 1998. 56 p.

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994, 294 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S.B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.294p.

PINI (ed.), TCPO 13. Tabela para composição de preços e orçamentos. São Paulo: PINI, 2008.

REGATTIERI, C. E.; SILVA, L. L. R. Ganhos potenciais na utilização da argamassa industrializada. São Paulo: PCC/EPUSP, 2003. Projeto EPUSP/ABCP.

RIBAS, Leonardo Calcagno. Argamassa Industrializada Em Sacos Versus Argamassa Produzida No Canteiro De Obra: Logística, Custo E Desempenho Do Material Aplicado. Belo Horizonte-MG, 2008

ROCHA, Rebeca Silva. Avaliação E Comparação Das Propriedades Mecânicas De Uma Argamassa Pronta Não Cimentícia Para Alvenaria Com E Sem Função Estrutural Frente Às Argamassas Convencionais. Campo Mourao-PR. 2012

SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. Projeto e execução de revestimentos de argamassa. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.82p.

SILVA, Fred B.; FABRÍCIO, Márcio M.; MASSETO, Leonardo T. Mudanças conjunturais e desverticalização na indústria da construção de edifícios. In: Cd Room Dos Anais Do Xviii Encontro Nacional De Engenharia De Produção (ENEGEP), Niterói-RJ, 1998.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. Relatório Anual 2013. Disponível em: < [http://www.snic.org.br/pdf/snic-relatorio2013-14\\_web.pdf](http://www.snic.org.br/pdf/snic-relatorio2013-14_web.pdf)>. Acesso em 15 jan. 2015

SOUZA, R., MEKBEKIAN, G., FRANCO, L. S., BARROS, M. M. S. B., ASSAHI, P. N., UEMOTO, K. L. Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras. 1ed. São Paulo-SP: Pini, 1996. 275p.

VEDACIT. Manual Técnico Alvenarit. Disponível em: <<http://www.vedacit.com.br/neu/produtos.php?9>>. Acesso em 20 jan. 2015

VERBAMFIX, Comparativo de peso de materiais - Verbamfix x Convencional. Esteio-RS, 2013.

VIEIRA, H. F. Logística aplicada à construção civil: Como melhorar o fluxo de produção nas obras. 1. Ed. São Paulo-SP: Pini, 2006.178p.

WALSH, k.D. et alii Strategic positioning of inventory to match demand in a capital projects supply chain. Journal of construction engineering and management - Asce, v.130,n.6,818-826p.,2004 apud SZAJUBOK, Nadia Kelner; ALENCAR, Luciana Hazin;ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. Universidade Federal de Pernambuco.

## **APÊNDICE**

APÊNDICE 1 - Composição de custos da argamassa de cimento, areia e aditivo traço 1:5

APÊNDICE 2 - Composição de custos da alvenaria de tijolos cerâmicos de 190x190x90 mm com argamassa de cimento, areia e aditivo traço 1:5

APÊNDICE 3 - Composição de custos da alvenaria de tijolos cerâmicos de 190x190x90 mm com argamassa pronta não-cimentícia

APÊNDICE 1 - Composição de custos da argamassa de cimento, areia e aditivo

Traço 1:5

TRAÇO	AREIA	CIMENTO	ADITIVO
	1	5	200ML/SC CIMENTO

UNIDADE 0,17

CIMENTO	m <sup>3</sup>	Peso esp	<b>Total</b>
	0,17	1600,00	<b>266,67</b>
AREIA	m <sup>3</sup>	Perdas	<b>Total</b>
	0,67	0,05	<b>0,70</b>
ADITIVO	L/50Kg cimento	L/Kg Cimento	<b>Total</b>
	0,2	0,0040	<b>1,07</b>

MATERIAL	R\$	Quant	R\$ unit
AREIA	120,00	6,00	<b>20,00</b>
CIMENTO	30,00	50,00	<b>0,60</b>
ADITIVO	489,50	200,00	<b>2,45</b>

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS				ITEM:	
ATIVIDADE: Argamassa Traço 1:5 com mistura mecânica					UNIDADE
DESCRIÇÃO: Argamassa para assentamento de Alvenaria					m <sup>3</sup>
COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Betoneiro	h	0,31	5,21	1,62	
Servente	h	4,80	3,76	18,07	
Areia	m <sup>3</sup>	0,70	20		14,00
Cimento CP II-Z-32	Kg	266,67	0,6		160,00
Aditivo Plastificante	L	1,07	2,45		2,61
Betoneira 600 l	h produtiva	0,31	4,04		1,24
<b>SUBTOTALS</b>				19,68	177,85
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		25,00	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			1,78
<b>TOTAIS</b>				44,68	179,63
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>224,30</b>	
<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>% Sobre Custos</b>			
<b>CUSTO COM BDI</b>				<b>291,60</b>	
				<b>DATA</b>	27/01/2015
<b>OBSERVAÇÕES/CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:</b>					

**APÊNDICE 2 - Composição de custos da alvenaria de tijolos cerâmicos de  
190x190x90 mm com argamassa de cimento, areia e aditivo traço 1:5**

1 - Dimensões do tijolo:					
19,00 cm de comprimento				Área Tijolo	
19,00 cm de altura					0,361 m <sup>2</sup>
9,00 cm de espessura					
2 - Espessura da argamassa horizontal:					2,00 cm
3 - Espessura da argamassa vertical:					0,00 cm
4 - Consumo de tijolo / m <sup>2</sup> (considerando argamassa):				<b>25,063 und/m<sup>2</sup></b>	
5 - Área de tijolo por m <sup>2</sup>					0,905 m <sup>2</sup>
7 - Área de Argamassa por m <sup>2</sup>					0,095 m <sup>2</sup>
8 - Consumo de argamassa por m <sup>2</sup> :				<b>0,0086 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>	
9 - Perda do material é de:	<b>5%</b>				1,05
6 - Preço do tijolo cerâmico				<b>R\$ 0,42</b>	
6 - Preço da argamassa convenc.				<b>R\$ 224,30</b>	
10 - Salário do pedreiro:				R\$ 1.146,47	
11 - Salário do servente:				R\$ 828,07	
12 - Jornada de trabalho no mês:					220 hora/mês
13 - Valor da hora do pedreiro				<b>R\$ 5,21 / hora</b>	
14 - Valor da hora do servente				<b>R\$ 3,76 / hora</b>	
15 - Produção do pedreiro	Mês	m <sup>2</sup> /h.dia	m <sup>2</sup> /h.h	h.h/m <sup>2</sup>	<b>MÉDIA</b>
	jul/13	9,260	1,158	0,864	
	ago/13	7,820	0,978	1,023	<b>0,964</b>
	set/13	7,960	0,995	1,005	
16 - Produção do servente	Mês	m <sup>2</sup> /h.dia	m <sup>2</sup> /h.h	h.h/m <sup>2</sup>	<b>MÉDIA</b>
	jul/13	13,470	1,684	0,594	
	ago/13	8,940	1,118	0,895	<b>0,760</b>
	set/13	10,130	1,266	0,790	

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS				ITEM:	
ATIVIDADE: Alvenaria de tijolo cerâmico de 190x190x90 mm					UNIDADE m <sup>2</sup>
DESCRIÇÃO: Alvenaria cerâmica com argamassa de cimento, areia e aditivo					
COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Pedreiro	h	0,964	5,21	5,02	
Servente	h	0,760	3,76	2,86	
Tijolo	und	26,316	0,42		11,05
Argamassa	m <sup>3</sup>	0,009	224,30		2,02
<b>SUBTOTALS</b>				7,8823	13,0713
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		10,01	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			0,13
<b>TOTAIS</b>				17,89	13,20
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>31,09</b>	
<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>% Sobre Custos</b>			
<b>CUSTO COM BDI</b>				<b>40,42</b>	
				<b>DATA</b>	27/01/2015
<b>OBSERVAÇÕES/CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:</b>					

APÊNDICE 3 - Composição de custos da alvenaria de tijolos cerâmicos de 190x190x90 mm com argamassa pronta não-cimentícia

1 - Dimensões do tijolo:		Área Tijolo
19,00 cm de comprimento		0,361 m <sup>2</sup>
19,00 cm de altura		
9,00 cm de espessura		
2 - Espessura da argamassa horizontal:		0,00 cm
3 - Espessura da argamassa vertical:		0,00 cm
4 - Consumo de tijolo por m <sup>2</sup> :		<b>27,701 und/m<sup>2</sup></b>
5 - Área de tijolo por m <sup>2</sup>		1,000 m <sup>2</sup>
6 - Área de Argamassa por m <sup>2</sup>		0,000 m <sup>2</sup>
7 - Consumo de argamassa por m <sup>2</sup> :		<b>2,20 Kg/m<sup>2</sup></b>
8 - Preço do tijolo		<b>R\$ 0,42</b>
9 - Custo da argamassa / Kg	R\$51,00 / 30Kg	R\$ 1,70
10 - Custo do frete da argamassa /Kg	800bd / R\$15.000	R\$ 0,0533
11 - Custo total da argamassa / Kg		<b>R\$ 1,75</b>
12 - Salário do pedreiro:		R\$ 1.146,47
13 - Salário do servente:		R\$ 828,07
14 - Jornada de trabalho no mês:		220 hora/mês
15 - Perda do material é de:	5%	1,05
16 - Valor da hora do pedreiro		<b>R\$ 5,21 / hora</b>
17 - Valor da hora do servente		<b>R\$ 3,76 / hora</b>

16 - Produção do pedreiro	Mês	m <sup>2</sup> /h.dia	m <sup>2</sup> /h.h	h.h/m <sup>2</sup>	MÉDIA
	out/13	10,910	1,364	0,733	
	nov/13	15,730	1,966	0,509	
	dez/13	21,970	2,746	0,364	
	jan/14	17,520	2,190	0,457	
	fev/14	13,860	1,733	0,577	<b>0,556</b>
	mar/14	12,970	1,621	0,617	
	abr/14	13,780	1,723	0,581	
	mai/14	13,160	1,645	0,608	

17 - Produção do servente	Mês	m <sup>2</sup> /h.dia	m <sup>2</sup> /h.h	h.h/m <sup>2</sup>	MÉDIA
	out/13	11,430	1,429	0,700	
	nov/13	15,730	1,966	0,509	
	dez/13	24,940	3,118	0,321	
	jan/14	19,580	2,448	0,409	
	fev/14	20,200	2,525	0,396	<b>0,425</b>
	mar/14	23,500	2,938	0,340	
	abr/14	23,500	2,938	0,340	
	mai/14	20,560	2,570	0,389	

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS				ITEM:	
ATIVIDADE: Alvenaria de tijolo cerâmico de 190x190x90 mm					UNIDADE
DESCRIÇÃO: Alvenaria cerâmica com argamassa pronta não cimentícia					m <sup>2</sup>
COMPONENTES	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO	
				MDO	MAT.
Pedreiro	h	0,556	5,21	2,90	
Servente	h	0,425	3,76	1,60	
Tijolo	und	29,086	0,42		12,22
Argamassa Pronta	Kg	2,200	1,75		3,86
<b>SUBTOTALS</b>				4,4970	16,0734
<b>LEIS SOCIAIS</b>	<b>127,00%</b>	<b>% Sobre MDO</b>		5,71	
<b>FERRAMENTAS</b>	<b>1,00%</b>	<b>% Sobre materiais</b>			0,16
<b>TOTAIS</b>				10,21	16,23
<b>CUSTO SEM BDI</b>				<b>26,44</b>	
<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>% Sobre Custos</b>			
<b>CUSTO COM BDI</b>				<b>34,38</b>	
				<b>DATA</b>	27/01/2015
<b>OBSERVAÇÕES/CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:</b>					