

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JAQUELINE CARDOSO PEREIRA DOS SANTOS  
LUIZ GUILHERME PRUETER  
TATYANA SADULA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE  
PRISMAS DE ARGAMASSA QUÍMICA E ARGAMASSA  
CONVENCIONAL INDUSTRIALIZADA**

**CURITIBA**

**2013**

**JAQUELINE CARDOSO PEREIRA DOS SANTOS  
LUIZ GUILHERME PRUETER  
TATYANA SADULA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE  
PRISMAS DE ARGAMASSA QUÍMICA E ARGAMASSA  
CONVENCIONAL INDUSTRIALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Concreto do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Mazer

**CURITIBA**

**2013**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS DE ARGAMASSA QUÍMICA E ARGAMASSA CONVENCIONAL INDUSTRIALIZADA

Por

JAQUELINE CARDOSO PEREIRA DOS SANTOS  
LUIZ GUILHERME PRUETER  
TATYANA SADULA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Concreto, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 15 de julho de 2013, pela seguinte banca de avaliação:

---

Prof. Orientador – Wellington Mazer, Dr.  
UTFPR

---

Prof. Marcelo Queiroz Varisco, Esp.  
UTFPR

---

Prof. Adauto J. Miranda de Lima, Dr.  
UTFPR

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos inicialmente a Deus pelo dom da vida, pela proteção e pelas graças que nos permite alcançar.

Aos colegas e amigos da Tecnologia em Concreto, ao Laboratorista Gustavo, pelo auxílio e ensinamento dados nos ensaios deste TCC.

Aos professores que tivemos durante a graduação, em especial ao nosso amigo e orientador Wellington Mazer, pelos ensinamentos, incentivo e paciência que teve conosco durante o curso todo e na elaboração deste trabalho.

As empresas que forneceram os materiais para a pesquisa: Blocotec e Argapoli.

Aos amigos Helvio, Paulo, Renato, Alexandre, Agüero, Rafael, Marcela entre muitos outros pela amizade e companheirismo.

A Loreane, Vazylio e Fernando pelo apoio, paciência, disponibilidade e pelos muitos incentivos durante toda a graduação.

E por fim o agradecimento aos nossos familiares, que sempre se preocuparam conosco, nos ajudando a seguir em frente em busca dos nossos objetivos.

Conhecimento não é aquilo que  
você sabe, mas o que você faz com aquilo  
que você sabe.

Aldous Huxley

## RESUMO

A alvenaria estrutural vem sendo bastante empregada em diversas regiões do Brasil, mostrando-se um mercado crescente para esse tipo de técnica construtiva. Essa pesquisa estuda a resistência à compressão de prismas de blocos de concreto assentados com dois tipos de argamassas químicas e uma argamassa convencional industrializada, visando analisar de forma comparativa os resultados obtidos. O uso de argamassa química retira do canteiro de obras os estoques de areia, cimento e cal, não sendo necessário adicionar mais nenhum componente, pois o produto já traz a trabalhabilidade satisfatória, além de já estar preparado para uma determinada resistência, cabendo ao construtor fazer apenas uma análise dos custos. Os blocos de concreto utilizados nos ensaios não passaram pela etapa de secagem, pois a intenção foi realizar os ensaios com os blocos em condições reais da obra, cujo fator teve grande influência na aderência e conferiu baixa resistência inicial para as argamassas químicas. Esta pesquisa também estudou corpos de prova de Pavers com as argamassas químicas do tipo A e do tipo B, porém os resultados foram desconsiderados, pois foram executados com espessuras e áreas de contato diferentes, impossibilitando a análise comparativa. Por fim, foi feita uma análise no momento do rompimento do prisma para verificar aonde se iniciou a ruptura.

**Palavras-chave:** Argamassa Química, Prisma, Bloco de Concreto.

## **ABSTRACT**

The masonry has been widely used in various regions of Brazil, showing itself as a growing market for this type of construction technique. This research studies the compressive strength of concrete block prisms seated with chemical mortar type A and B and conventional mortar industrialized, aiming to analyze comparatively the results. The use of chemical mortar derives from the construction site stockpiles of sand, cement and lime, with no need to add any component, because the product already has a satisfactory workability, in addition to be already prepared for a determined resistance so the constructor just need to make an analysis about the costs. The concrete blocks used in the tests did not pass by the drying step, since the intention was to perform tests on blocks in real conditions of work, a factor which had great influence on adherence and conferred it a low initial resistance to chemical mortars. This research also made studies about paver mortar type A and type B, however the results were disconsidered, for they were executed with different thicknesses and different contact areas, making the analysis difficult because the values were quite different. Finally an analysis was made at the time of the prism breaking to analyze where the rupture began

**Keywords:** Prisma, Chemical Mortar, Concrete Block

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DETALHE DO PRISMA .....	17
FIGURA 2 - BLOCO ESTRUTURAL DE CONCRETO.....	19
FIGURA 3 - EMBALAGEM DE 5KG (AQA).....	20
FIGURA 4 - EMBALAGEM DE 40KG (AQA).....	20
FIGURA 5 - EMBALAGEM DE 25KG (AQB).....	21
FIGURA 6 - EMBALAGEM DE 50KG (AQB).....	21
FIGURA 7 - EMBALAGEM DE 50KG (ACI).....	22
FIGURA 8 - PAVERS .....	23
FIGURA 9 - PRENSA EMIC DL 30000N.....	24
FIGURA 10 - MOLDE DO CORPO DE PROVA DE ACI .....	25
FIGURA 11 - CORPOS DE PROVA DE ACI DESMOLDADOS .....	25
FIGURA 12 - MOLDAGEM DO PRISMA DE ACI.....	26
FIGURA 13 - – ASSENTAMENTO DO PRISMA ACI .....	26
FIGURA 14 - PRISMA DE ACI .....	27
FIGURA 15 - PRISMAS DE ACI FINALIZADOS .....	27
FIGURA 16 - APLICAÇÃO DA AQA NO BLOCO.....	28
FIGURA 17 - MOLDAGEM DO PRISMA COM AQA.....	29
FIGURA 18 - PRISMAS DE AQA FINALIZADOS.....	29
FIGURA 19 - MOLDAGEM DO PAVER COM AQA-EST01 .....	31
FIGURA 20 - PAVERS DE AQA- EST01 FINALIZADOS .....	31
FIGURA 21 - DESLOCAMENTO DO PAVER SUPERIOR DO CP 05 (AQA-EST01)	32
FIGURA 22 - VISTA LATERAL DO CP 05 (AQA-EST01) .....	32
FIGURA 23 - MOLDAGEM DO PAVER COM AQA-EST02 .....	33



FIGURA 24 - PAVER AQA EST02 SEM ADERÊNCIA .....	34
FIGURA 25 - PAVERS AQA-EST02 SEM ADERÊNCIA.....	34
FIGURA 26 - APLICAÇÃO DA AQB NO BLOCO .....	35
FIGURA 27 - DETAHE DA APLICAÇÃO DA AQB NO BLOCO .....	36
FIGURA 28 - PRISMA DE AQB MOLDADO .....	36
FIGURA 29 - DETALHE DA ESPESSURA DO BICO APLICADOR DA AQB .....	37
FIGURA 30 - APLICAÇÃO DA AQB NO PAVER .....	37
FIGURA 31 - DETALHE DA ESPESSURA DA AQB NO PAVER .....	38
FIGURA 32 - PAVER AQB SEM ADERÊNCIA .....	38
FIGURA 33 – ENSAIO DE COMPRESSÃO DO PRISMA DE ACI.....	39
FIGURA 34 - ENSAIO DE TRAÇÃO DO CORPO DE PROVA DE ACI .....	40
FIGURA 35 - ENSAIO DE COMPRESSÃO DO CORPO DE PROVA DE ACI.....	40
FIGURA 37 - ROMPIMENTO DO PRISMA DE AQA .....	41
FIGURA 38 - ROMPIMENTO DO PAVER DE AQA .....	41
FIGURA 39 - ROMPIMENTO DO PRISMA DE AQB .....	42
FIGURA 40 - ROMPIMENTO DO PAVER DE AQB .....	42

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS SEGUNDO AS SUAS FUNÇÕES NA CONSTRUÇÃO .....	7
QUADRO 2 - REQUISITOS PARA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESSÃO, ABSORÇÃO E RETRAÇÃO .....	15
QUADRO 3 - DIMENSÕES REAIS .....	16
QUADRO 4 - QUANTIDADE DE BLOCOS PARA ENSAIOS.....	19

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS (ACI) .....	44
TABELA 2 – ENSAIOS MECÂNICOS DOS CORPOS DE PROVAS PRISMÁTICOS DE ARGAMASSA CONVENCIONAL INDUSTRIALIZADA (ACI).....	45
TABELA 3 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS (AQA).....	46
TABELA 4 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PAVERS - ESTUDO 1 (AQA) ...	47
TABELA 5 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS (AQB).....	48
TABELA 6 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PAVERS (AQB) .....	49

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 JUSTIFICATIVA.....	2
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>4</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Alvenarias .....	4
2.2 Argamassas .....	5
2.2.1 Classificação das argamassas .....	6
2.2.2 Propriedades das argamassas.....	10
2.3 Blocos estruturais de concreto.....	14
2.3.1 Classificação .....	15
2.3.2 Requisitos físico-mecânicos .....	15
2.3.3 Dimensões .....	16
2.3.4 Prisma .....	17
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>18</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>18</b>
3.1 Classificação do estudo .....	18
3.2 Materiais e Equipamentos .....	18
3.2.1 Blocos estruturais de concreto .....	18

3.2.2	Argamassa química tipo A (AQA).....	20
3.2.3	Argamassa química tipo B (AQB).....	21
3.2.4	Argamassa Convencional Industrializada (ACI) .....	22
3.2.5	Paver.....	22
3.2.6	Equipamentos .....	23
3.3	Métodos de ensaio.....	24
3.3.1	Moldagem dos corpos de prova e prismas com argamassa convencional industrializada (ACI) .....	24
3.3.2	Moldagem dos prismas e Pavers com argamassa química tipo A (AQA).....	28
3.3.3	Moldagem dos prismas e Pavers com argamassa química tipo B (AQB).....	35
3.4	Rompimentos.....	39
3.4.1	Rompimento dos corpos de prova e prismas com argamassa convencional industrializada (ACI) .....	39
3.4.2	Rompimento dos prismas e Pavers com argamassa química tipo A (AQA).....	41
3.4.3	Rompimento dos prismas e Pavers com argamassa química tipo B (AQB).....	42
	<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>43</b>
	<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1	Resistência à compressão de prismas de argamassa convencional industrializada (ACI) .....	43
4.1.1	Resistência à compressão dos corpos de prova prismáticos de argamassa convencional industrializada (ACI).....	44
4.2	Resistência à compressão de Prismas com argamassa química tipo A (AQA).....	45
4.2.1	Resistência à compressão de Pavers com argamassa química tipo A (AQA).....	46
4.3	Resistência à compressão de Prismas com argamassa química tipo B (AQB).....	47

4.3.1	Resistência à compressão de Pavers com argamassa tipo B.....	48
	<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
5.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	51
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, pesquisas apontam que a alvenaria estrutural é uma alternativa que possibilita a redução de custos nas obras. Com esse pensamento de reduzir custos, otimizar a mão de obra e melhorar o desempenho estrutural, surgem novos produtos que buscam atender essas necessidades.

Um desses novos produtos, que chama a atenção por suas vantagens e eficiência, são as chamadas “argamassas químicas” à base de compostos minerais e aditivos especiais, os quais não são revelados pelos fabricantes.

A argamassa química, de acordo com seus fabricantes, foi desenvolvida para proporcionar rapidez, limpeza total, agilidade e economia na obra. Este produto surge com a proposta de acabar com o desperdício de material e tornar o trabalho de levantamento de paredes mais fácil e descomplicado sem perder a qualidade, o desempenho e sua eficiência no sistema construtivo.

Hoje, existem no mercado diversos tipos de argamassas, com diferentes finalidades, para atender as necessidades dos clientes.

Nesse estudo, apresentaremos a resistência mecânica de duas marcas diferentes de argamassas químicas e uma de argamassa convencional. Será apresentado também um estudo comparativo da resistência à compressão de prismas de argamassa química e argamassa convencional industrializada. Espera-se que os resultados sejam satisfatórios e de grande valia para futuras pesquisas.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo é comparar a resistência à compressão de prismas confeccionados com argamassa química e argamassa convencional industrializada.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Esta pesquisa tem como objetivos específicos:

- a) Analisar o tempo para o preparo dos diversos corpos de prova;
- b) Avaliar as argamassas através de ensaios mecânicos;
- c) Verificar o modo de ruptura dos prismas das diversas argamassas quando submetidos a cargas de compressão;
- d) a resistência à compressão dos prismas de blocos estruturais, conforme a NBR 8215/1983, assentados com diferentes tipos de argamassa.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

O estudo proposto justifica-se pela importância de conhecer melhor o comportamento e as características das argamassas químicas, que são um novo produto no mercado nacional e do qual não se tem muitas informações técnicas.



Devido à crescente utilização da argamassa química em obras residenciais, bem como a grande divulgação das vantagens e benefícios mencionados por seus fornecedores, nos sentimos motivados a confirmar tais informações. Como base para as análises comparativas, utilizaremos uma argamassa convencional industrializada disponível no mercado.

## **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O seguinte trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos, da seguinte forma:

- Capítulo I consta a Introdução, Objetivo Geral, Objetivo Específico e Justificativa;
- Capítulo II apresenta a Revisão Bibliográfica sobre o assunto abordado;
- Capítulo III é apresentada a Metodologia Aplicada no Desenvolvimento da Pesquisa;
- Capítulo IV é composto pelos Resultados e Análises obtidas durante a pesquisa;
- Capítulo V apresenta as conclusões Finais e Sugestões para Trabalhos Futuros.

## **CAPÍTULO II**

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 ALVENARIAS**

A principal função de uma alvenaria é de estabelecer a separação entre ambientes, e principalmente a alvenaria externa que tem a responsabilidade de separar o ambiente externo do interno e para cumprir esta função deverá atuar sempre como freio, barreira e filtro seletivo, controlando uma série de ações e movimentos complexos quase sempre muito heterogêneos (NASCIMENTO,2004).

Pode-se dividir as alvenarias em 2 grupos quanto à sua função: as alvenarias estruturais e as alvenarias de vedação.

São denominadas de alvenaria de vedação as montagens de elementos destinados às separações de ambientes; são consideradas apenas de vedação por trabalhar no fechamento de áreas sob estruturas, sendo necessário cuidados básicos para o seu dimensionamento e estabilidade. (NASCIMENTO,2004).

O Núcleo de Ensino e Pesquisa de Alvenaria Estrutural – NEPAE (2013) define a alvenaria estrutural como um sistema construtivo racionalizado, no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, projetados segundo modelos matemáticos pré-estabelecidos.

A alvenaria estrutural se diferencia de outros sistemas construtivos desde o seu projeto. Como o elemento básico do sistema é um bloco ou tijolo, todo o projeto

tem que ser pensado com múltiplos desse e modulado de forma a evitar desperdícios. Há ainda uma maior interação entre os vários projetos, pois a parede da função estrutural é também um elemento de vedação que irá receber os elementos hidráulicos e elétricos. Logo, o projeto deve ser racionalizado como um todo. (ARAÚJO NETO, 2006)

De acordo com Grohmann (2006), os termos, materiais, componentes e elemento são definidos conforme a NBR 10837/89, onde materiais são as partes elementares da alvenaria estrutural, como a argila, a areia, a pedra, o cimento, a cal e a água; componentes são formados a partir dos materiais básicos, como blocos, argamassas e grautes; já os elementos são partes mais elaboradas constituídas da união de um ou mais componentes, como prismas, paredes, etc.

Segundo Ramamurthy e Ganesan (1988, citado por SANTOS,2008), sabe-se que o mecanismo de ruptura da alvenaria, tem relação direta com a interação entre a unidade e a junta. Portanto, o conhecimento do comportamento mecânico das argamassas é essencial.

## **2.2 ARGAMASSAS**

Os primeiros registros de emprego de argamassa como material de construção são da pré-história, há cerca de 11.000 anos. No sul da Galiléia, próximo de Yiftah'el, em Israel, foi descoberto em 1985, quando de uma escavação para abrir uma rua, o que hoje é considerado o registro mais antigo de emprego de argamassa pela humanidade: um piso polido de 180 m<sup>2</sup>, feito com pedras e uma argamassa de cal e areia, o qual se estima ter sido produzido entre 7.000 a.C. e 9.000 a.C. (European Mortar Industry Organization – EMO, 2006; Hellenic Cement Industry Association – HCIA, 2006, apud CARASEK,2007).

A argamassa é um material bastante utilizado na construção civil. Suas principais aplicações em uma edificação são no assentamento de alvenarias (cerâmicas e de concreto), em revestimentos primários (emboço, reboco), em contrapisos e no assentamento/rejuntamento de revestimentos cerâmicos.

A definição de argamassa segundo a NBR 13281/2001 é a mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

Do ponto de vista estrutural, a principal função da argamassa é possibilitar a transferência uniforme das tensões entre as unidades de alvenaria. Isso ocorre porque a argamassa compensa as irregularidades e as variações dimensionais das unidades. Além dessa função, deve também unir solidamente as unidades de alvenaria e ajuda-las a resistir aos esforços laterais. (ROMAN, 1996)

### **2.2.1 Classificação das argamassas**

As argamassas podem ser classificadas de diversas maneiras: quanto à sua função; quanto ao tipo de aglomerante; quanto à forma de preparo, entre outras.

### 2.2.1.1 Quanto à sua função

As argamassas podem ser classificadas de acordo com suas funções, como mostra o Quadro 1.

FUNÇÕES	TIPOS
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação da alvenaria)
	Argamassa de fixação (ou encunhamento) – alv. de vedação
Para revestimentos de paredes e tetos	Argamassa de chapisco
	Argamassa de emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única
	Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimentos de pisos	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas - colante
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

**QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS SEGUNDO AS SUAS FUNÇÕES NA CONSTRUÇÃO**

**FONTE: CARASEK (2007)**

## ***Argamassa de assentamento***

A argamassa de assentamento é caracterizada pela NBR 8798/85 como o elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo distribuição uniforme de esforços.

Segundo Franco (2000), dentro do conjunto da alvenaria, a argamassa de assentamento tem várias funções a cumprir. Estas têm sido caracterizadas como: unir os componentes de alvenaria para que o conjunto seja capaz de resistir diversos tipos de esforços, distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente do bloco, absorver deformações a que a alvenaria esteve sujeita, e selar o conjunto quando a alvenaria for aparente.

### **2.2.1.2 Quanto á forma de preparo ou fornecimento**

- Argamassa preparada em obra: a equipe técnica da obra escolhe os fornecedores de insumos (areia, cimento, cal), e fornecem a composição da argamassa para ver se atendem aos requisitos.
- Mistura semi pronta para argamassa: é composta de uma mistura de cal e areia. O cimento é adicionado a essa mistura no local da obra. Com uma aplicação rápida pode ser utilizada tanto para o revestimento quanto para o assentamento do material.
- Argamassa industrializada: pelo fato da mistura já vir pronta em sacos ou a granel, basta adicionar água para que se obtenha argamassa. É composta por aditivos incorporadores de ar, que contribuem para a resistência à compressão e trabalhabilidade, que podem variar com o tipo de misturador ou tempo de mistura.
- Argamassa dosada em central: são nas argamassas dosadas em central que são realizados os testes de qualidade dos materiais medindo sua

massa e seu volume e sendo misturados em uma betoneira. (PETRUTTI,2008, apud KLASS;OLIVEIRA, 2012).

### **2.2.1.3 Quanto ao tipo de aglomerante**

Classificam-se as argamassas de acordo com o tipo de aglomerante que possuem, segundo Petrutti (2008), as argamassas podem ser classificadas da seguinte maneira:

- Argamassa de cimento: é composta de areia e cimento, possui uma alta resistência e indica-se para suportar maiores cargas.
- Argamassa de cal: é uma mistura de areia e cal. Pode ser utilizada cal hidratada ou cal virgem. Indica-se para obter uma boa trabalhabilidade e retenção de água, porém apresenta baixa resistência.
- Argamassa de cimento e cal: é composta de cimento e cal. Devido à combinação dos dois elementos esta argamassa apresenta-se como uma mistura mais completa, tendo boa trabalhabilidade e resistência.
- Argamassa de gesso: composta basicamente de gesso e areia. Utiliza-se em todos os revestimentos internos da categoria.
- Argamassa de cal e gesso: é composta de uma mistura de gesso e cal. Utiliza-se o emprego da cal juntamente na argamassa de gesso no intuito de protelar o início da pega, devido à propriedade da cal de reter água.

### ***Argamassa de base cimentícia***

A argamassa no geral é constituída por agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) e água. No caso da argamassa de base cimentícia, o aglomerante utilizado é o Cimento Portland. Costuma-se adicionar outros materiais, como a cal, para a obtenção de propriedades especiais na argamassa cimentícia. Quando a argamassa é industrializada, utilizam-se os aditivos.

### ***Argamassa de base química***

É um produto de última geração que representa a modernidade nos processos construtivos. É uma massa à base de compostos minerais e aditivos especiais para imediata colagem e endurecimento de superfícies. Quando distribuída uniformemente sobre o bloco de concreto, argiloso, cerâmico ou outro similar, confere alto grau de resistência na colagem e aderência. Devido a sua consistência pastosa, é indicada para aplicações em superfícies verticais e horizontais. Não necessita adição de água e nem outros componentes como cimento, cal e areia. (COLABLOCO,2013)

## **2.2.2 Propriedades das argamassas**

Para que a argamassa desempenhe corretamente suas funções na edificação, é importante atentar-se para as suas propriedades tanto no estado fresco como no estado endurecido. No estado fresco as propriedades que devem ser observadas são a trabalhabilidade, a retenção de água e aderência inicial. No estado endurecido é importante que a argamassa apresente resistência mecânica, aderência, resiliência (capacidade de absorver deformações), durabilidade e retração na secagem.



### **2.2.2.1 Propriedades no estado fresco**

#### **Trabalhabilidade**

Mota (2001) afirma que uma argamassa tem boa trabalhabilidade quando distribui facilmente ao ser assentada preenchendo todas as reentrâncias, agarra à colher de pedreiro (quando transportada e não agarra quando distribuída no componente de alvenaria); não segrega ao ser transportada; não endurece em contato com o componente de sucção elevada e permanece plástica por tempo suficiente para que os componentes sejam ajustados no nível e no prumo.

#### **Retenção de água**

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998), retenção de água é a capacidade que a argamassa apresenta de reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e conseqüente ganho de resistência.

#### **Massa específica e teor de ar incorporado**

De acordo com Carasek (2007), a massa específica varia com o teor de ar (principalmente se for incorporado por meio de aditivos) e com a massa específica dos materiais constituintes da argamassa, prioritariamente do agregado. Quanto mais leve for a argamassa, mais trabalhável será a longo prazo, reduzindo esforço em sua aplicação e resultando em maior produtividade.

#### **Tempo de endurecimento**

Se a argamassa endurecer muito rapidamente haverá problemas para assentar os blocos e fazer o acabamento das juntas. Por outro lado, se esse endurecimento for muito lento, o tempo de espera para assentar as camadas

superiores causará atraso na construção. Temperaturas muito altas tendem a acelerar o endurecimento. Inversamente, clima muito frio provoca retardamento. (ROMAN, 1996)

#### **2.2.2.2 Propriedades no estado endurecido**

##### **Resiliência (capacidade de absorção e deformações)**

No sentido restrito do termo, a resiliência ou elasticidade de uma argamassa é a capacidade que ela possui de se deformar sem apresentar ruptura quando sujeita a solicitações diversas e de se retornar à dimensão original quando cessam estas solicitações. No entanto, este sentido é estendido, no caso de argamassas, para o estado tal de deformação (plástica) em que a ruptura ocorre sob a forma de fissuras microscópicas ou capilares não prejudiciais. (MOTA,2001)

Para Carasek (2007) as deformações podem ser de grande ou de pequena amplitude. O revestimento só tem a responsabilidade de absorver as deformações de pequena amplitude que ocorrem em função da ação da umidade ou da temperatura e não as de grande amplitude, provenientes de outros fatores, como recalques estruturais, por exemplo.

##### **Resistência mecânica**

A resistência à compressão das argamassas se inicia com o endurecimento e aumenta continuamente com o tempo. As argamassas exclusivamente de cal e areia desenvolvem uma resistência pequena e de maneira lenta e cujo valor depende muito da umidade apropriada e da adequada absorção do dióxido de carbono do ar para ser atingida. Ao contrário, as argamassas de cimento dependem menos das condições ambientais, para desenvolver a resistência à compressão esperada. (MOTA,2001)

Segundo ROMAN (1996), a argamassa deve ser resistente o suficiente para suportar os esforços a que a parede será submetida. Por outro lado, não deve exceder a resistência das unidades, de maneira que possa absorver as movimentações que venham ocorrer devido a expansões térmicas ou a outros movimentos da parede.

### **Retração**

A retração ocorre devido à perda rápida e acentuada da água de amassamento e pelas reações na hidratação dos aglomerantes, fatos que provocam as fissuras nos revestimentos. As argamassas ricas em cimento apresentam maiores disponibilidades para o aparecimento de fissuras durante a secagem. (BARBOSA DOS SANTOS, 2008)

### **Aderência**

Mota (2001) define a resistência de aderência como a capacidade que a interface componente-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se. Desta resistência depende a monolicidade da parede e a resistência da alvenaria frente a solicitações provocadas por: deformações volumétricas (por exemplo: retração hidráulica e dilatação térmica); carregamento perpendiculares excêntricos; esforços ortogonais à parede (carga do vento); etc.

Conceitua-se a capacidade de aderência da argamassa, para uma determinada base como sendo a capacidade que ela tem de fazer com que a interface entre ambas apresente uma certa resistência de aderência. (MOTA,2001)

## **Durabilidade**

A durabilidade é uma propriedade do período de uso do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento frente às ações do meio externo ao longo do tempo. Alguns fatores prejudicam a durabilidade dos revestimentos, tais como: fissuração, espessura excessiva, cultura e proliferação de microorganismos, qualidade das argamassas e a falta de manutenção. (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998)

## **2.3 BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO**

Na alvenaria estrutural, podem ser empregados diversos tipos de blocos. Os mais comuns são os blocos de concreto e os blocos cerâmicos, devido a sua disponibilidade no mercado e a sua tradição como material de construção.

A NBR 6136/2007 trás que os blocos de concreto devem ser fabricados e curados por processos que assegurem a obtenção de um concreto suficientemente homogêneo e compacto. Os lotes devem ser identificados pelo fabricante segundo sua procedência e transportados e manipulados com as devidas precauções, para não terem sua qualidade prejudicada. Os blocos devem ter arestas vivas e não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitido qualquer reparo que oculte defeitos eventualmente existentes no bloco.

### 2.3.1 Classificação

A NBR 6136/2006 classifica os blocos de concreto da seguinte maneira:

Classe A– Com função estrutural p/ uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;

Classe B – Com função estrutural p/ uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;

Classe C – Com função estrutural p/ uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;

Classe D – Sem função estrutural p/ uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

### 2.3.2 Requisitos físico-mecânicos

Os blocos vazados de concreto devem atender aos limites de resistência, absorção e retração linear por secagem como mostra o Quadro 2.

CLASSE	Resistência Característica $f_{bk}$ MPA	Absorção média em %		Retração (facultativo) %
		Agregado Normal	Agregado Leve	
A	$\geq 6,0$	$\leq 10,0\%$	$\leq 3,0\%$ (média) $\leq 16,0\%$ (individual)	$\leq 0,065\%$
B	$\geq 4,0$			
C	$\geq 3,0$			
D	$\geq 2,0$			

**QUADRO 2 - REQUISITOS PARA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESSÃO, ABSORÇÃO E RETRAÇÃO.**

FONTE: NBR 6136:2007

### 2.3.3 Dimensões

A NBR 6136:2007 define dois tipos de dimensões para blocos de concreto:

- Dimensões Nominais: Dimensões comerciais dos blocos, indicadas pelos fabricantes, múltiplas do módulo  $M = 10 \text{ cm}$  e seus submódulos  $M/2$  e  $M/4$ .

- Dimensões Reais: Aquelas obtidas ao medir cada bloco, equivalentes as dimensões nominais diminuídas em  $1 \text{ cm}$ , que correspondem a espessura média da junta de argamassa.

O Quadro 3 mostra as especificações dos blocos de concreto de acordo com a NBR 6136:2007.

Família de Blocos											
Designação	Nominal	20	15		12,5			10			7,5
	Módulo	M-20	M-15		M-12,5			M-10			M-7,5
	Amarração	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
	Linha	20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	10 x 30	7,5 x 40
Largura (mm)		190	140	140	115	115	115	90	90	90	65
Altura (mm)		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	190	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	90	-	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	-	90	-
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	365	-	290	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	-	40
NOTA: As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados na tabela 1 são de $\pm 2,0 \text{ mm}$ para a largura e $\pm 3,0 \text{ mm}$ para a altura e para o comprimento. Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com as ABNT NBR 5706 e ABNT NBR 5726.											

### QUADRO 3 - DIMENSÕES REAIS

FONTE: NBR 6136:2007

### 2.3.4 Prisma

Prismas são elementos obtidos através da superposição de certa quantidade de blocos, unidos por juntas de argamassa e destinam-se ao ensaio de compressão axial, conforme a Figura 1.

A NBR 10837 estima a resistência das paredes através da resistência dos prismas. Por isso é importante que os prismas sejam executados nas mesmas condições encontradas na construção.

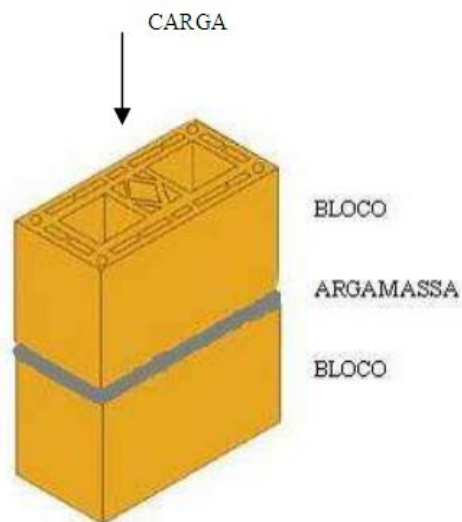


Figura 1 - Detalhe do Prisma

### ***Paver***

São peças pré-moldadas de concreto utilizadas na construção de pavimentos ou calçamentos. O processo de fabricação pelo método de vibro prensa que resulta em melhor desempenho estético e maior produtividade. As normas que regulamentam o PAVER são NBR 9780 e 9781 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## **CAPÍTULO III**

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO**

A pesquisa realizada classifica-se em dois tipos:

- pesquisa de laboratório: procurou-se refazer as condições de um fenômeno a ser estudado, para observá-lo sob controle.
- pesquisa quantitativa: os resultados obtidos serão analisados e interpretados através de técnicas estatísticas.

#### **3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

##### **3.2.1 Blocos estruturais de concreto**

Os blocos de concreto, como mostra a Figura 2, foram doados por uma empresa de artefatos de concreto localizada no município de Pinhais.

Segundo o fabricante, os blocos de concreto estruturais são fabricados conforme a norma NBR 6136:2007:



Dimensões dos Blocos: 39x14x19cm (Comp. x Larg. x Alt.)

Resistência a Compressão: 4 MPa.



**Figura 2 - Bloco Estrutural de Concreto**

O Quadro 4 mostra a quantidade de blocos utilizada para a realização dos ensaios.

<b>ENSAIO</b>	<b>BLOCOS DE CONCRETO</b>
Prisma Argamassa Convencional Industrializada	6 Unidades
Prisma Argamassa Química A	6 Unidades
Prisma Argamassa Química B	6 Unidades
<b>TOTAL</b>	<b>18 Unidades</b>

**QUADRO 4 - QUANTIDADE DE BLOCOS PARA ENSAIOS**

**FONTE: O AUTOR**

### 3.2.2 Argamassa química tipo A (AQA)

A Argamassa Química denominada “Tipo A” é um produto novo a base de mistura homogênea de agregados minerais com granulometria controlada e aditivos químicos. Conforme figuras abaixo:



**Figura 3 - Embalagem de 5Kg (AQA)**



**Figura 4 - Embalagem de 40Kg (AQA)**

### 3.2.3 Argamassa química tipo B (AQB)

A Argamassa Química denominada “Tipo B” é uma massa à base de compostos minerais e aditivos especiais para imediata colagem e endurecimento de superfícies. Quando distribuída uniformemente sobre o bloco de concreto, argiloso, cerâmico ou outro similar, confere alto grau de resistência na colagem e aderência. Conforme figuras abaixo:



**Figura 5 - Embalagem de 25Kg (AQB)**



**Figura 6 - Embalagem de 50Kg (AQB)**

### 3.2.4 Argamassa Convencional Industrializada (ACI)

A argamassa convencional industrializada utilizada é indicada para revestimentos de paredes e tetos em áreas internas e externas (blocos de concreto, cerâmicos, silício-calcários, concreto celular auto clavado e tijolos comuns) assim como para assentamento de blocos em alvenaria de vedação e estrutural (blocos de concreto, cerâmicos, silício-calcários e tijolos comuns). (Rio Preto Cimento e Cal, 2013). Conforme figura abaixo:



Figura 7 - Embalagem de 50Kg (ACI)

### 3.2.5 Paver

Os Pavers são peças pré-moldadas de concreto destinadas à pavimentação intertravada. Os Pavers utilizados nos ensaios têm dimensões de 20x5x5cm (Comp. x Larg. x Alt.). Conforme figura abaixo:



**Figura 8 - Pavers**

### **3.2.6 Equipamentos**

O equipamento utilizado nesta pesquisa foi:

*Prensa* – Utilizada nos ensaios dos blocos, prismas e das argamassas. O modelo utilizado é o Emic DL 30000N, como mostrado na Figura 9.



Figura 9 - Prensa Emic DL 3000N

### **3.3 MÉTODOS DE ENSAIO**

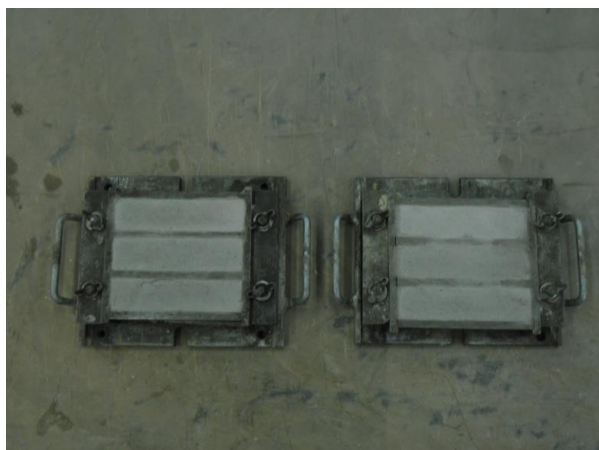
Os materiais, que foram doados por empresas, foram encaminhados para o laboratório da UTFPR - campus Ecoville, onde foram executados os ensaios descritos a seguir.

#### **3.3.1 Moldagem dos corpos de prova e prismas com argamassa convencional industrializada (ACI)**

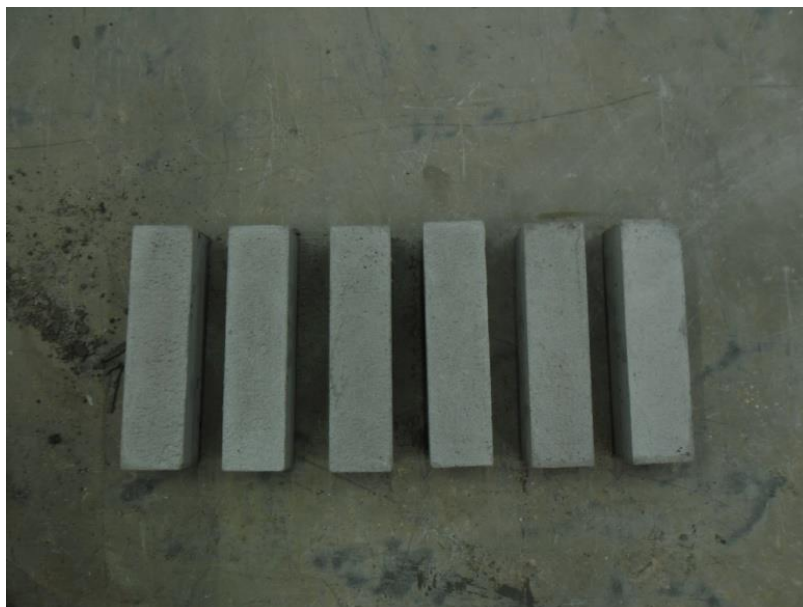
Conforme a NBR 13279/2005, foram moldados seis corpos de provas com dimensões de 16 x 4 x 4 cm, para resistência à compressão na idade de 28 dias. A argamassa utilizada na moldagem dos corpos de prova foi a mesma empregada no assentamento dos prismas.

O assentamento do prisma seguiu o método A da NBR 8215/1983, a qual determina os dados comparativos de resistência à compressão de alvenarias construídas em laboratórios com diversos tipos de argamassa.

A argamassa foi utilizada de acordo com a recomendação do fabricante, conforme figuras abaixo:



**Figura 10 - Molde do corpo de prova de ACI**



**Figura 11 - Corpos de prova de ACI desmoldados**



**Figura 12 - Moldagem do prisma de ACI**



**Figura 13 - - Assentamento do prisma ACI**





**Figura 14 - Prisma de ACI**



**Figura 15 - Prismas de ACI finalizados**

### 3.3.2 Moldagem dos prismas e Pavers com argamassa química tipo A (AQA)

Os prismas foram executados conforme o método A da NBR 8215/1983, para determinação de dados comparativos de resistência à compressão de prismas executados em laboratório com diversos tipos de argamassas.

A argamassa foi colocada uniformemente sobre o bloco, em quantidade suficiente, resultando numa superfície sem sulcos. Após este procedimento, outro bloco de mesma característica foi colocado sobre a argamassa e em sua posição final, resultando em uma junta de assentamento de aproximadamente 10mm. Conforme figuras abaixo:

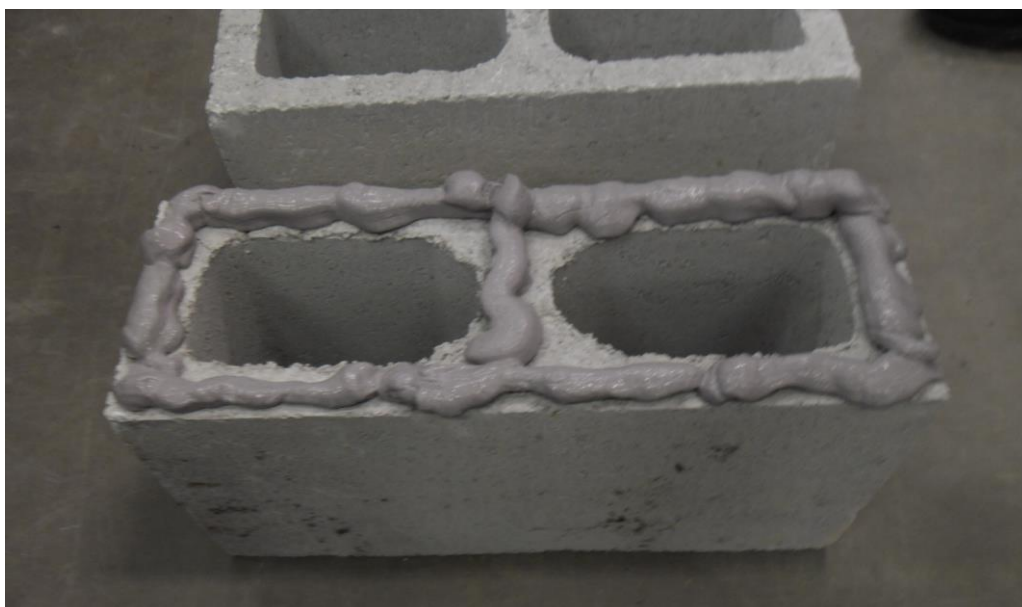


Figura 16 - Aplicação da AQA no bloco



**Figura 17 - Moldagem do prisma com AQA**



**Figura 18 - Prismas de AQA finalizados**

Para o estudo da argamassa química tipo A com Paver, foi necessário realizar um segundo estudo, devido o deslocamento do Paver superior nos corpos de prova moldados.

### **3.3.2.1 Estudo 01 da AQA no Paver**

A argamassa foi colocada uniformemente sobre o Paver, em quantidade suficiente para cobrir a superfície, conforme mostrada na Figura 19. Após este procedimento, outro Paver de mesmas características foi colocado sobre a argamassa e assentado, resultando em uma espessura de aproximadamente 10mm de argamassa. Conforme figuras abaixo:



**Figura 19 - Moldagem do Paver com AQA-EST01**



**Figura 20 - Pavers de AQA- EST01 finalizados**

Durante a cura, houve o deslocamento do Paver superior em alguns dos corpos de prova, devido ao “derretimento” da argamassa aplicada, como mostram as Figuras 21 e 22.



**Figura 21 - Deslocamento do Paver superior do CP 05 (AQA-EST01)**



**Figura 22 - Vista lateral do CP 05 (AQA-EST01)**

### 3.3.2.2 Estudo 02 da AQA no Paver

Devido ao deslocamento apresentado por alguns corpos de prova de Paver com AQA, foi necessário um segundo estudo, moldando os corpos de prova conforme a indicação de aplicação do fabricante, como mostrado na figura 23.



**Figura 23 - Moldagem do Paver com AQA-EST02**

Os novos corpos de prova de Paver não puderam ser utilizados devido à falta de aderência da argamassa aos Pavers (Figuras 24 e 25), mesmo depois de 48 horas que é o tempo de cura indicado pelo fabricante da argamassa química A.



**Figura 24 - Paver AQA EST02 sem aderência**



**Figura 25 - Pavers AQA-EST02 sem aderência**

Dessa maneira, foram utilizados os corpos de prova do estudo 1, mesmo apresentando deslocamentos horizontais dos Pavers superiores, para a realização dos ensaios de compressão para caracterização da argamassa.



### 3.3.3 Moldagem dos prismas e Pavers com argamassa química tipo B (AQB)

Os prismas foram executados conforme o método A da NBR 8215/1983, para determinação de dados comparativos de resistência à compressão de prismas executados em laboratório com diversos tipos de argamassas.

A argamassa foi colocada uniformemente sobre a superfície do bloco, em quantidade suficiente. Após este procedimento, outro bloco de mesma característica foi colocado sobre a argamassa e em sua posição final, resultando em uma junta de assentamento de aproximadamente 10mm. Conforme figuras abaixo:



Figura 26 - Aplicação da AQB no bloco

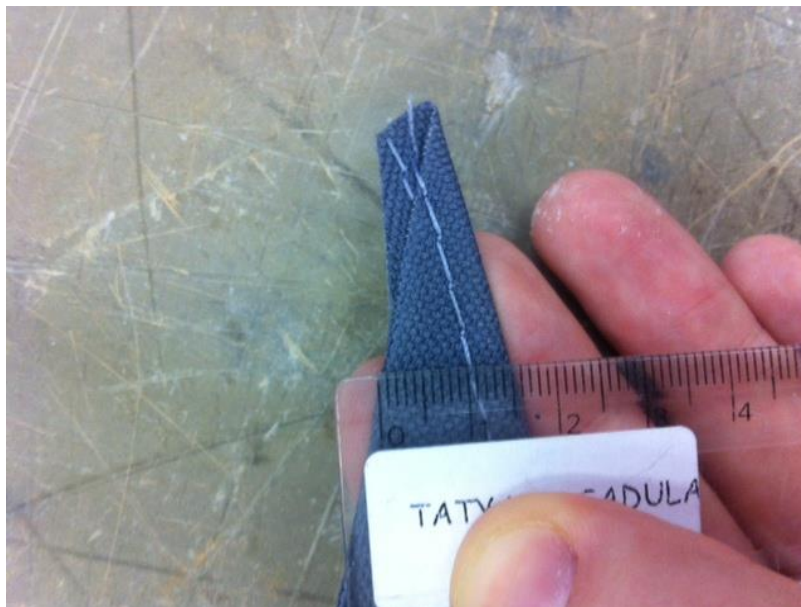


**Figura 27 - Detahe da aplicação da AQB no bloco**



**Figura 28 - Prisma de AQB moldado**

Para a moldagem dos Pavers com argamassa química tipo B (AQB), foram utilizadas as recomendações de aplicação do fabricante, conforme figuras abaixo:



**Figura 29 - Detalhe da espessura do bico aplicador da AQB**



**Figura 30 - Aplicação da AQB no Paver**



**Figura 31 - Detalhe da espessura da AQB no Paver**

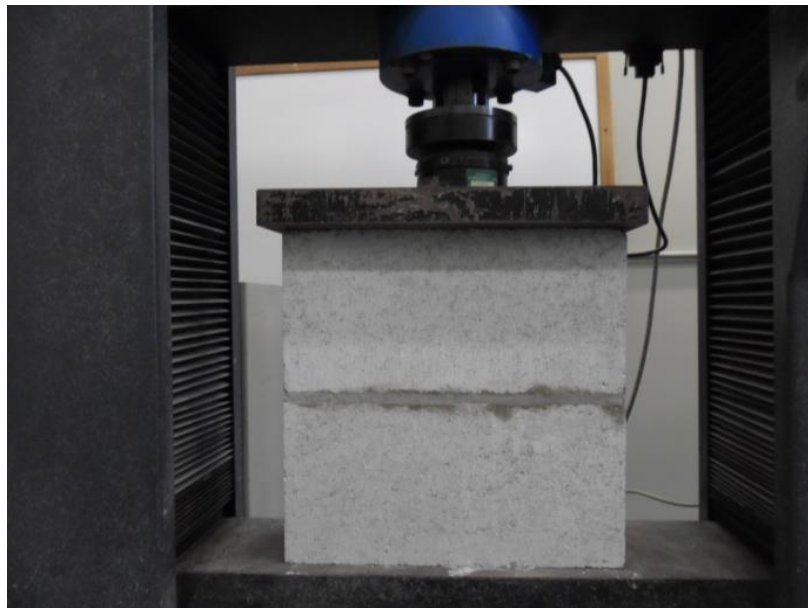


**Figura 32 - Paver AQB sem aderência**

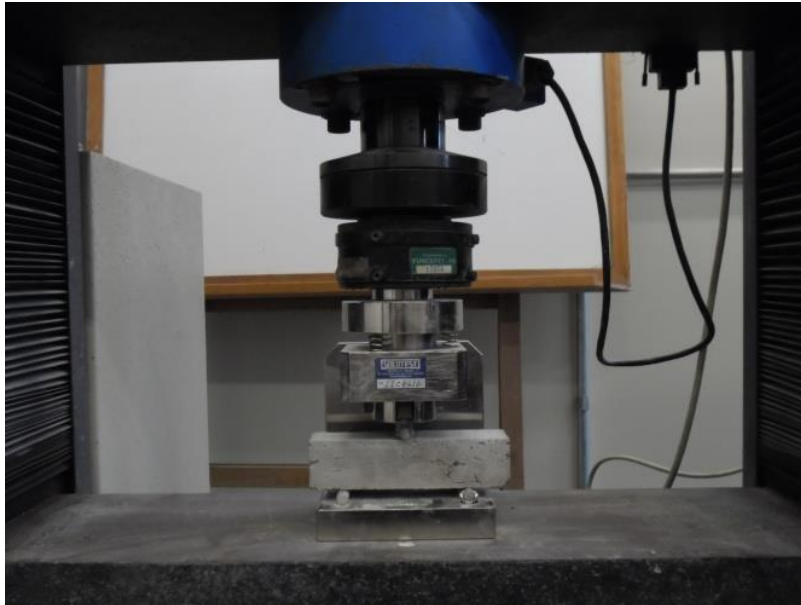
## **3.4 ROMPIMENTOS**

### **3.4.1 Rompimento dos corpos de prova e prismas com argamassa convencional industrializada (ACI)**

Os ensaios dos corpos de prova da argamassa convencional industrializada (ACI) foram feitos no Laboratório da UTFPR utilizando a prensa Emic DL 30000N conforme as figuras abaixo.



**Figura 33 – Ensaio de compressão do prisma de ACI**



**Figura 34 - Ensaio de tração do corpo de prova de ACI**



**Figura 35 - Ensaio de compressão do corpo de prova de ACI**

### 3.4.2 Rompimento dos prismas e Pavers com argamassa química tipo A (AQA)

Os ensaios dos corpos de prova da argamassa química tipo A (AQA) foram feitos no Laboratório da UTFPR utilizando a prensa Emic DL 30000N conforme as figuras abaixo.



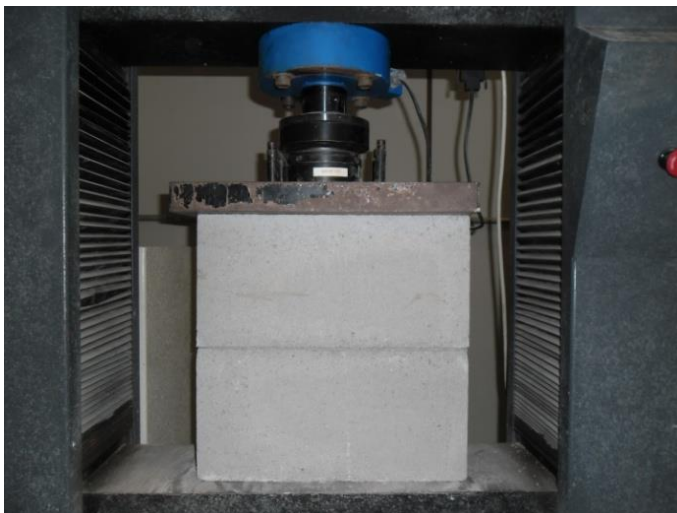
**Figura 36 - Rompimento do prisma de AQA**



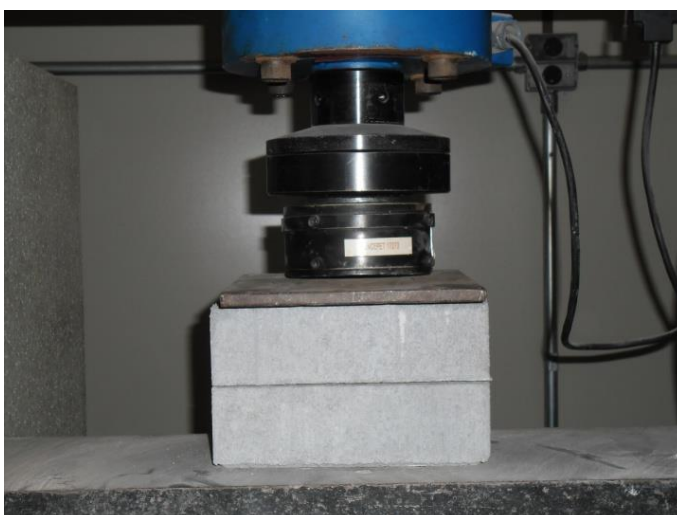
**Figura 37 - Rompimento do Paver de AQA**

### 3.4.3 Rompimento dos prismas e Pavers com argamassa química tipo B (AQB)

Os ensaios dos corpos de prova da argamassa química tipo B (AQB) foram feitos no Laboratório da UTFPR utilizando a prensa Emic DL 30000N conforme as figuras abaixo.



**Figura 38 - Rompimento do prisma de AQB**



**Figura 39 - Rompimento do Paver de AQB**



## **CAPÍTULO IV**

### **4 RESULTADOS**

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da metodologia descrita no Capítulo III. No Anexo 1, encontram-se os dados obtidos e apresentados em forma de tabelas nesse capítulo.

A análise aqui apresentada tem o intuito de verificar a variação das propriedades de resistência á compressão dos prismas, de acordo com as configurações propostas.

#### **4.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS DE ARGAMASSA CONVENCIONAL INDUSTRIALIZADA (ACI)**

A Tabela 1 mostra a resistência à compressão atingida pelos três corpos de prova moldados com a argamassa convencional industrializada após 28 dias.

Tabela 1 - Resistência à compressão de prismas (ACI)

<b>Nº DO CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTÊNCIA (CARGA / ÁREA EFETIVA)</b>
CP 01	22.702 kgf	10,5 MPa
CP 02	15.455 kgf	7,1 MPa
CP 03	22.956 kgf	10,6 MPa
<b>MÉDIA</b>	<b>20.371 kgf</b>	<b>9,4 MPa</b>

Considerações:

- Área efetiva = 216cm<sup>2</sup>

Todos os corpos de prova romperam na argamassa, conforme o esperado. Os blocos de concreto, segundo o fabricante, suportam uma resistência de até 4 MPa.

**4.1.1 Resistência à compressão dos corpos de prova prismáticos de argamassa convencional industrializada (ACI)**

As dimensões dos corpos de prova confeccionados foram: 4x4x15 cm (Comp. x Larg. x Alt.)

A Tabela 2 mostra a resistência atingida pelos seis corpos de prova prismáticos de argamassa convencional industrializada.

**Tabela 2 – Ensaio mecânicos dos corpos de provas prismáticos de argamassa convencional industrializada (ACI)**

<b>CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA DE TRAÇÃO NA FLEXÃO</b>	<b>CARGA APLICADA (1ª metade)</b>	<b>RESISTENCIA À COMPRESSÃO (1ª metade)</b>	<b>CARGA APLICADA (2ª metade)</b>	<b>RESISTENCIA À COMPRESSÃO (2ª metade)</b>
CP 01	115,7 kgf	708,6 kgf	4,4 MPa	704,5 kgf	4,4 MPa
CP 02	101,3 kgf	723,9 kgf	4,5 MPa	871,4 kgf	5,1 MPa
CP 03	96,2 kgf	545,8 kgf	3,4 MPa	660,5 kgf	4,1 MPa
CP 04	114,7 kgf	810,0 kgf	5,0 MPa	810,0 kgf	5,0 MPa
CP 05	109,6 kgf	897,0 kgf	5,6 MPa	811,0 kgf	5,0 MPa
CP 06	117,8 kgf	956,4 kgf	5,9 MPa	974,8 kgf	6,0 MPa
<b>MÉDIA</b>	<b>109,21 kgf</b>	<b>773 kgf</b>	<b>4,8 MPa</b>	<b>923,8 kgf</b>	<b>5,7 MPa</b>

Considerações:

- Área considerada para cálculo da resistência à compressão = 16cm<sup>2</sup>

## **4.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS COM ARGAMASSA QUÍMICA TIPO A (AQA)**

Analisando os resultados dos três prismas moldados com argamassa química A-(AQA) descritos na tabela abaixo, observa-se que houve pequena variação na resistência entre os corpos de prova e a resistência média é inferior aos corpos de prova moldados com argamassa convencional industrializada.

**Tabela 3 - Resistência à compressão de prismas (AQA)**

<b>Nº DO CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTÊNCIA (CARGA / ÁREA EFETIVA)</b>
CP 01	16.364 kgf	7,5 MPa
CP 02	19.184 kgf	8,8 MPa
CP 03	16.114 kgf	7,4 MPa
<b>MÉDIA</b>	<b>17.220 kgf</b>	<b>7,9 MPa</b>

Considerações:

- Área efetiva = 216cm<sup>2</sup>

Apenas um corpo de prova (CP 02) rompeu na argamassa, os outros dois (CP 01 e CP 03) romperam no bloco de concreto. Os blocos segundo fabricante suportam uma resistência de até 8MPa.

**4.2.1 Resistência à compressão de Pavers com argamassa química tipo A (AQA)**

Os resultados dos ensaios de compressão da argamassa química tipo A feitos com Pavers de dimensões 20x10x5cm sobrepostos estão detalhados na Tabela 4.

Como mostrado anteriormente, os corpos de prova utilizados para os ensaios foram os resultantes do Estudo 1.

Tabela 4 - Resistência à compressão de Pavers - Estudo 1 (AQA)

<b>Nº DO CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTÊNCIA (CARGA / ÁREA EFETIVA)</b>
CP 01	2.385 kgf	1,2 MPa
CP 02	27.250 kgf	13,6 MPa
CP 03	26.101 kgf	13,0 MPa
CP 04	22.792 kgf	11,4 MPa
CP 05*	-	-
CP 06*	-	-
<b>MÉDIA</b>	<b>19.632 kgf</b>	<b>9,8 MPa</b>

\* Corpos de prova desnivelados verticalmente, sem condições de serem submetidos ao ensaio de compressão.

Considerações:

- Área efetiva = 200cm<sup>2</sup>

### **4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS COM ARGAMASSA QUÍMICA TIPO B (AQB)**

Para os prismas de concreto assentados com a argamassa química B, observa-se na Tabela 5 que os resultados foram muito próximos entre eles.

**Tabela 5 - Resistência à compressão de prismas (AQB)**

<b>Nº DO CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTÊNCIA (CARGA / ÁREA EFETIVA)</b>
CP 01	15.164 kgf	7,0 MPa
CP 02	11.617 kgf	5,3 MPa
CP 03	11.047 kgf	5,1 MPa
<b>MÉDIA</b>	<b>12.609 kgf</b>	<b>5,8 MPa</b>

Considerações:

- Área efetiva = 216cm<sup>2</sup>

Apenas o corpo de prova CP 01 rompeu na argamassa, os outros dois romperam no bloco de concreto. Os blocos segundo fabricante suportam uma resistência de até 4 MPa.

Comparando com a argamassa química A (AQA), os resultados da resistência à compressão dos prismas moldados com a argamassa química B (AQB) não apresentaram uma grande variação, como acontece quando comparados com a argamassa convencional industrializada (ACI), na qual os resultados são bastante divergentes.

#### **4.3.1 Resistência à compressão de Pavers com argamassa tipo B**

Os resultados dos ensaios de compressão da argamassa química tipo B feitos com Pavers de dimensões 20x10x5cm sobrepostos estão detalhados na Tabela 6.

**Tabela 6 - Resistência à compressão de Pavers (AQB)**

<b>Nº DO CORPO DE PROVA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>RESISTÊNCIA (CARGA / ÁREA EFETIVA)</b>
CP 01	6.242 kgf	3,1 MPa
CP 02	6.119 kgf	3,0 MPa
CP 03	7.515 kgf	3,7 MPa
CP 04	7.550 kgf	3,7 MPa
CP 05	6.663 kgf	3,3 MPa
CP 06*	-	-
<b>MÉDIA</b>	<b>6817 kgf</b>	<b>3,4 MPa</b>

\*Corpo de prova sem condições de ser submetido ao ensaio de compressão por não apresentar aderência entre argamassa e o Paver,

Considerações:

- Área efetiva = 200cm<sup>2</sup>

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSÃO

Em análise ao tempo de preparo dos corpos de prova de prismas, com argamassa convencional industrializada e argamassa química, notou-se que os corpos de prova moldados com argamassa química se destacaram pela facilidade de aplicação do produto, limpeza do ambiente, trabalhabilidade e aderência inicial, pois não foi necessária a mistura de outros componentes. A argamassa convencional industrializada mostrou maiores dificuldades quanto ao seu preparo e aplicação nos blocos, além do desperdício de material e sujeira no local das moldagens. Essa análise mostra as vantagens do uso da argamassa química em comparação à argamassa convencional, pois a argamassa química favorece maior rapidez e economia de material em obra para assentamento de blocos.

Ao verificar o modo de ruptura dos prismas, observou-se que nos prismas de argamassa química, 75% romperam no bloco de concreto e apenas 25% na argamassa. Nos prismas de argamassa convencional industrializada, todos romperam na argamassa. Partindo do princípio que a argamassa deve possuir 70% da resistência do bloco, os resultados mostram que a argamassa química apresentou uma resistência maior do que o bloco quando submetida a cargas de compressão, concluiu-se que não é recomendável sua utilização para alvenarias estruturais. A argamassa não deve ser muito rígida, pois terá baixa capacidade de absorver deformações, e também não deve ser muito fraca, pois terá pouca aderência e conseqüentemente prejudicará a resistência da parede.

A resistência à compressão do prisma com argamassa comum industrializada, rompido aos 28 dias, obteve maior resistência quando comparado ao



resultado de rompimento dos corpos de prova com argamassa química tipo A e B. Estes, foram rompidos com idade de 7 dias, que segundo os fabricantes a resistência seria atingida no máximo em 48 horas, atribuímos esse resultado que desfavorece a argamassa química, devido os blocos de concreto estarem em condições de obra com relação ao teor de úmida, pois os blocos não passaram por um processo de cura, porque o objetivo foi utilizar blocos em condições reais de uso da obra. Os estudos realizados com Paver foram desconsiderados, pois a espessura utilizada com a argamassa química tipo A e tipo B foi diferente, conferindo uma diferença grande nos resultados.

## **5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Recomenda-se a realização de outras pesquisas com o objetivo de complementar esta realizada, como:

- Avaliar e comparar a resistência de prismas grauteados com argamassas químicas e convencionais.
- Analisar diferentes espessuras de junta de assentamento com os diferentes tipos de argamassa.
- Ensaiair os prismas com diferentes idades para rompimento, podendo ser com 7, 14 e 28 dias.
- Fazer a caracterização dos materiais utilizados, capeamento dos corpos de prova e cura dos blocos.
- Caracterização das argamassas químicas utilizando o ultrassom.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural - Preparo e ensaio** – NBR 8215,1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Calculo de alvenaria estrutural de bloco vazado** – NBR 10837,1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto** - NBR 8798,1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento – Requisitos** – NBR 13281,2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos** – NBR 6136,2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos** – NBR 13279,2005.

ALVES, José Dafico. **Materiais de Construção**. 7ª Edição- Goiania:Ed. Da UFG:Ed.do Cefet-GO, 1999.

ARGAPOLI. Disponível em: <<http://www.argapoli.com.br> >. Acesso em 25/04/13.

ARAÚJO NETO, Gilberto Nery. **Influência da Argamassa de Revestimento na Resistência à Compressão em Prismas de Alvenaria Resistente de Blocos de Concreto**. – Dissertação de Mestrado – UNICAP – 2006.

BARBOSA DOS SANTOS, Heraldo. **Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento**. – Monografia de Especialização em Construção Civil - Escola de Engenharia da UFMG – 2008.

BAUER, E. **Pastas, argamassas e grautes** in: IBRACON (Instituto Brasileiro de Concreto) no livro concreto: ensino pesquisa e realizações, São Paulo, 2000.

CARASEK, H.. **Patologia das argamassas de revestimento**. In: Isaia, G.C.. (Org.). Materiais de Construção e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2007, v. 1, p. 1-11.

COLABLOCO. Disponível em: <<http://www.colablococuritiba.com.br/produto>> Acesso em: 25/04/13.

FRANCO, Luiz Sérgio. PCC - 515: Alvenaria Estrutural. **A capacidade resistente da alvenaria estrutural não armada**. – Apresentações Escola Politécnica da USP – 2000.

GROHMANN, Leandro Zampieri. **Análise do Comportamento de Prismas Grauteados de Alvenaria Estrutural Cerâmica**. Dissertação de Mestrado - UFSM – 2006

HANAI, João Bento de.; OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. **Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos: Patologias e Técnicas Inadequadas**. Revista TÉCNICA 62, 2002.

KLASS, Helvio C.; OLIVEIRA, Paulo S. **Estudo das propriedades de argamassa de base química**. – Trabalho de conclusão de curso – UTFPR – Curitiba, 2012.

MACIEL, Luciana L. BARROS, Mércia M. S. B. SABBATINI, Fernando H. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Externa e Tetos**. São Paulo, 1998.

MOTA, Jacqueline Ávila Ribeiro. **Influência da Junta Vertical na Resistência à Compressão de Prismas em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto Celular Autoclavado**. – Dissertação de Pós Graduação – UFMG – 2001

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias** - Rio de Janeiro. IBS/CBCA, 2004. Disponível em:<[http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/04\\_Manual\\_CBCA\\_Alvenarias\\_2\\_edicao\\_2004.pdf](http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/04_Manual_CBCA_Alvenarias_2_edicao_2004.pdf)> Acessado em :10/03/13.

NEPAE - Núcleo de Ensino e Pesquisa de Alvenaria Estrutural. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br/alvenaria.php>> Acessado em 10/03/13

PETRUCCI, E.G.R. **Materiais de Construção**, São Paulo: Globo, ed. 12ª, p. 354,1998.

ROMAN, H. R. **Alvenaria estrutural**. Revista TÉCNICE, Ficha Técnica, Ano 4, n. 24. Set./Out. 1996.

SANTOS, Mauro Joel Friederich. **Análise da Resistência de Prismas e Pequenas Paredes de Alvenaria Estrutural Cerâmica para Diferentes Tipos de Argamassas**. - Dissertação de Mestrado - UFSM – 2008

Rio Preto Cimento e Cal. Disponível em: <<http://www.riopretocimentoecal.com.br/index.php/tags/votomassa/>> Acessado em: 30/05/2013

## **7 ANEXOS**











