

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

REBECA SILVA ROCHA

**AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS
DE UMA ARGAMASSA PRONTA NÃO CIMENTÍCIA PARA
ALVENARIA COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL FRENTE ÀS
ARGAMASSAS CONVENCIONAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2012

REBECA SILVA ROCHA

**AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS
DE UMA ARGAMASSA PRONTA NÃO CIMENTÍCIA PARA
ALVENARIA COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL FRENTE ÀS
ARGAMASSAS CONVENCIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil da Coordenação de Engenharia Civil – COECI - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Msc. Douglas Fukunaga Surco

CAMPO MOURÃO

2012



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 7

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA ARGAMASSA PRONTA NÃO CIMENTÍCIA PARA ALVENARIA COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL FRENTE ÀS ARGAMASSAS CONVENCIONAIS

por

Rebeca Silva Rocha

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 20h do dia 11 de junho de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Paula Cristina de Souza

(UTFPR)

**Profª. Drª. Fabiana Goia Rosa de
Oliveira**

(UTFPR)

Prof. Msc. Douglas Fukunaga Surco

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Profª Drª Fabiana Goia Rosa de Oliveira

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades apresentadas.

A minha família por nunca deixar de me corrigir nos erros.

Aos colegas de caminhada pelas incontáveis noites de estudo.

Aos professores e mestres pela colaboração em minha formação pessoal e profissional.

Ao orientador Professor Mestre Douglas Fukunaga Surco pela atenção e ensinamentos.

Ao Professor Responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso, Valdomiro Lubachevski Kurta, pela dedicação e sensibilidade dispensada aos formandos de Engenharia Civil.

Ao fabricante de argamassa não cimentícia, Construfix, pela cooperação e prestatividade.

As Contrutoras Piacentini e Metro Engenharia e Empreendimentos por terem aberto as portas.

RESUMO

ROCHA, Rebeca S.. Avaliação e comparação das propriedades mecânicas de uma argamassa pronta não cimentícia para alvenaria com e sem função estrutural frente às argamassas convencionais. 2011. 75 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

Este trabalho apresenta avaliações comparativas, de propriedades mecânicas e de produtividade, de três modalidades de argamassa de assentamento para bloco cerâmico e bloco estrutural, sendo uma dessas argamassas um novo material constituído de polímeros, fabricado na cidade de Campo Mourão - Paraná. Expõem conceitos de propriedades desejáveis às argamassas de assentamento, definições sobre tipos de argamassa e tipos blocos, bem como os traços de argamassas em uso segundo suas utilizações. Traz como resultados as avaliações mecânicas das argamassas de assentamento em estudo e também ilustra dados de produtividade e custos unitários quanto ao assentamento de alvenaria utilizando a argamassa não cimentícia ou polimérica, argamassa preparada em obra e argamassa industrializada.

Palavras-chave: Argamassa de assentamento. Argamassa não cimentícia. Produtividade de assentamento.

ABSTRACT

ROCHA, Rebeca S.. Evaluation and comparison of the mechanical properties of a mortar is not ready for masonry cement with and without structural function in the face of conventional mortars. In 2011. 75 p. Completion of course work (Civil Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2011.

This work presents comparative evaluation of mechanical properties and productivity of three types of mortar for laying ceramic block and building block, one of these mortars a new constructive method grounded in polymers, focusing on the cities of Campo Mourão and Maringá, Paraná. Concepts on properties desirable for laying mortars, definitions of types and kinds of mortar blocks, as well as traces of use in mortar according to its uses. Brings as a result of mechanical evaluations laying mortars under study and also illustrates data on productivity and financial viability of the settlement of masonry using cement mortar or non-polymeric, mortar and mortar prepared in industrial work.

Keywords: Mortar settlement. No cement mortar. Productivity of nesting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação da argamassa segundo consistência	21
Figura 2 - Perda de água da argamassa de assentamento no estado fresco para os blocos de	23
Figura 3 - Detalhe do ensaio de desempenho da capacidade de acomodar deformações.....	27
Figura 4: Detalhe da distribuição da argamassa não	30
Figura 5: Detalhe da distribuição da argamassa	31
Figura 6 – Bloco cerâmico com furos cilíndricos	34
Figura 7 - Bloco cerâmico com furos prismáticos.....	34
Figura 8 - Bloco canaleta	36
Figura 9: Mesa de índice de consistência	44
Figura 10- Detalhe do ensaio de determinação.....	46
Figura 11- Detalhe do ensaio de teor de ar	47
Figura 25 - Retração apresentada pelos corpos de prova em cura da.....	50
Figura 26 - Corpo de prova de argamassa não cimentícia aderido.....	50
Figura 27 - Detalhe do molde de corpo de prova que continha.....	51
Figura 28 - Corpo de prova de argamassa não cimentícia.....	51
Figura 12 - Corpos de prova em idade de ruptura capeados com enxofre	53
Figura 13 - Corpo-de-prova em preparação para.....	56
Figura 14- Detalhe do caminhamento da água dentro do	58
Figura 15 - Detalha da propagação da água dentro do corpo	59
Figura 16 - Detalhe da propagação da água dentro do corpo de ensaio	60
Figura 17 - Detalhe do caminhamento da água no interior	61
Figura 18 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma oco de bloco estrutural	64
Figura 19 - Caminhamento da fissuração por compressão.....	65
Figura 20 - Caminhamento da fissuração por compressão.....	66
Figura 21 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma	67
Figura 22 - Modo de ruptura do prisma de bloco cerâmico assentado.....	68
Figura 23 - Modo de ruptura do prisma de alvenaria cerâmica	69

Figura 24 - Modo de ruptura do prisma de bloco cerâmico assentado.....69

LISTA DE TABELAS

Tabela 18– Resultados da determinação da resistência à compressão simples para argamassa de assentamento de bloco cerâmico	54
Tabela 19– Resultados da determinação da resistência à compressão simples para argamassa de assentamento de bloco estrutural	54
Tabela 27– Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco estrutural	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Usos, funções e propriedades das argamassas de assentamento	20
Quadro 2: Divisão das argamassas segundo o módulo de elasticidade	26
Quadro 3: Capacidade de acomodar deformações de paredes	28
Quadro 4: Traços de argamassa segundo suas aplicações.....	32
Quadro 5: Aplicação, traços, rendimento e instruções de uso para assentamento de paredes com argamassas usuais e areia média	33
Quadro 6: Dimensão nominal de blocos cerâmicos de vedação e estrutural.....	35
Quadro 7: Dimensões reais dos blocos de concreto sem função estrutural.....	36
Quadro 8: Designação e dimensões de blocos de concreto	37
Quadro 9: Requisitos para resistência a compressão característica dos blocos de concreto com função estrutural - Valores mínimos.....	38
Quadro 10: Resultados da determinação de consistência para argamassas de assentamento de bloco cerâmico	44
Quadro 11: Resultados da determinação de consistência para argamassas de assentamento de bloco estrutural.....	44
Quadro 12: Resultados da determinação de retenção de água para argamassas de assentamento de bloco cerâmico	46
Quadro 13: Resultados da determinação de retenção de água para argamassas de assentamento de bloco estrutural.....	46
Quadro 14: Resultados da determinação da massa específica e teor de ar incorporado para argamassas de assentamento de bloco cerâmico.....	48
Quadro 15: Resultados da determinação da massa específica e teor de ar incorporado para argamassas de assentamento de bloco estrutural	48
Quadro 16: Alturas e diâmetros dos corpos de prova de argamassa industrializada para assentamento de bloco cerâmico.....	52
Quadro 17: Alturas e diâmetros dos corpos de prova de argamassa preparada “in loco” traço 1:5 e 250 mL de aditivo plastificante por saco de cimento...52	
Quadro 18: Alturas e diâmetros dos corpos de prova argamassa industrializada sem função estrutural.....	52
Quadro 19: Alturas e diâmetros dos corpos de prova argamassa preparada “in loco” traço 1:6 e 400 mL de aditivo plastificante por saco de cimento	52

Quadro 20: Resultados da determinação do módulo de elasticidade para argamassa de assentamento de bloco cerâmico	56
Quadro 21: Resultados da determinação do módulo de elasticidade para argamassa de assentamento de bloco estrutural.....	56
Quadro 22: Resultados da determinação de absorção por capilaridade, em gramas, para argamassa de assentamento de bloco cerâmico traço 1:6 preparada “in loco”	57
Quadro 23: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa industrializada de assentamento de bloco cerâmico	58
Quadro 24: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa industrializada de assentamento de bloco estrutural	59
Quadro 25: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa de assentamento de bloco estrutural traço 1:5 preparada “in loco”	60
Quadro 26: Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco cerâmico	62
Quadro 27: Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco estrutural	62
Quadro 28: Resultados da determinação de resistência à compressão do prisma oco de bloco estrutural	63
Quadro 29: Resultados da determinação de resistência à compressão do prisma oco de bloco cerâmico	67
Quadro 30: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa traço 1:6 e 400 mL de aditivo por saco de cimento	71
Quadro 31: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa não cimentícia	72
Quadro 32: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada	72
Quadro 33: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco estrutural, assentado com argamassa traço em volume 1:5	73
Quadro 34: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco estrutural, assentado com argamassa não cimentícia.....	74
Quadro 35: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco	

estrutural, assentado com argamassa industrializada.....	75
Quadro 36: Custo por metro quadrado de assentamento de tijolo cerâmico	76
Quadro 37: Custo por metro quadrado de assentamento de bloco estrutural.....	76
Quadro 38: Gasto com mão de obra e material conforme argamassa de assentamento de bloco cerâmico	77
Quadro 39: Gasto com mão de obra e material conforme argamassa de assentamento de bloco estrutural.....	78

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
B	Densidade teórica de massa da argamassa, sem vazios
BDI	Benefícios e despesas indiretas
C	Absorção
cm	Centímetros
g	Gramas
g/cm ²	Gramas por centímetro quadrado
GPa	Gigapascal
h	Altura média
h ₁	Altura um
h ₂	Altura dois
h ₃	Altura três
h _{média}	Altura média
hs	Horas
Kg	Quilos
kgf/cm ²	Quilograma força por centímetro quadrado
L	Litros
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
M _{água}	Massa de água
mL	Mililitros
mm	Milímetros
MPa	Megapascal
M _s	Massa de argamassa anidra
NBR	Norma Brasileira
Ø ₁	Diâmetro um
Ø ₂	Diâmetro dois
Ø ₃	Diâmetro três
Ø _{médio}	Diâmetro médio
un	Unidade

γ_s	Densidade de massa da argamassa anidra
Ra	Retenção de água, em porcentagem
M	Massa de argamassa industrializada ou soma das massas dos componentes anidros no caso de argamassa de obra, em gramas;
AF	Fator água/argamassa fresca;
Mf	Massa do conjunto de discos molhados de papel-filtro, em gramas;
Mse	Massa do conjunto de discos secos, em gramas;
Mma	Massa do molde com argamassa, em gramas;
Mm	Massa do molde vazio, em gramas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	16
3 JUSTIFICATIVAS.....	17
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO	19
4.1.1 Trabalhabilidade.....	20
4.1.2 Retenção de água	22
4.1.3 Resistência mecânica.....	23
4.1.4 Estabilidade volumétrica ou retração	24
4.1.5 Capacidade de absorver deformações.....	26
4.2 TIPOS DE ARGAMASSA.....	28
4.2.1 Argamassa preparada in loco.....	28
4.2.2 Argamassa industrializada	29
4.2.3 Argamassa não cimentícia	30
4.3 TRAÇOS E UTILIZAÇÕES.....	31
4.4 ALVENARIA CONVENCIONAL E ESTRUTURAL	33
5 METODOLOGIA.....	39
5.1 MATERIAIS UTILIZADOS	40
5.1.1 Argamassa preparada in loco.....	40
5.1.2 Argamassa Industrializada	40
5.1.3 Argamassa não cimentícia	40
5.1.4 Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural e Bloco Cerâmico para Vedação.....	41
5.2.1 Procedimento em laboratório	41
5.2.2 Procedimento em campo.....	42
6 RESULTADOS E ANÁLISES.....	43
6.1 Argamassas no estado fresco	43
6.1.1 Determinação da consistência – método de ensaio NBR- 13276/2005;	43
6.1.2 Determinação da retenção de água NBR – 13277/2005;.....	45
6.1.3 Determinação da massa específica aparente e teor de ar incorporado – método de ensaio NBR – 13278/2005	47
6.2 Argamassas no Estado Endurecido	49
6.2.1 Determinação da resistência à compressão simples – método de ensaio NBR – 7215 / 2009 e NBR 13279 / 2005.....	53
6.2.2 Determinação do módulo de deformação – método de ensaio NBR – 8522 / 2008	54

6.2.3 Determinação da absorção por capilaridade – método de ensaio NBR – 9779 / 1995	56
6.2.4 Determinação da massa específica aparente – método de ensaio NBR-13280 /2005	61
6.3 Prismas ocós – método de ensaio NBR – 15961/2011	62
6.3.1 Prisma ocó de bloco estrutural	62
6.3.2 Prisma ocó de bloco cerâmico	67
6.4 Procedimento em campo.....	70
6.4.1 Assentamento de tijolo cerâmico.....	70
6.4.2 Assentamento de bloco estrutural.....	73
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

Em busca à racionalização dos métodos construtivos e a resolução da problemática da mão-de-obra na construção civil, observou – se que a simples adequação de ferramentas e o investimento em tecnologia e novos materiais constituem significativos avanços quanto à facilidade nas tarefas diárias de uma obra, diminuindo os desperdícios, agregando economia e ainda satisfazendo o anseio ambiental atual.

Surgiram novos tipos de argamassa colante no mercado, entre eles uma argamassa polimérica que, segundo as fichas técnicas dos fabricantes Carbonos do Brasil Ltda. e FCC, é não cimentício, de composição química polimérica, que pode variar significativamente, normalmente contém resinas sintéticas, cargas minerais e aditivos capazes de conferir consistência e estabilidade.

Conforme Nakakura (2003), não existe estimativa do volume de argamassa consumido em nosso país. O assentamento de blocos, contrapiso e revestimento externo representam 70% do volume de argamassa, segundo Revista Construções e Negócios (2011) com base em CriActive (2010); e que o consumo de cimento em 2010 foi de aproximadamente 60 milhões de toneladas segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (2011); percebe-se a representatividade do item argamassa no ônus do processo.

As diferenças de traço e na qualidade das matérias primas utilizadas na composição da argamassa polimérica, em paridade também com as outras modalidades de argamassa, resultam diferenças de características mecânicas, desempenho estrutural e durabilidade entre as argamassas não cimentícias entre si e entre as argamassas convencionais.

Usar-se-á um traço comum entre os profissionais e empresas consultadas para argamassas misturadas em obra e argamassas industrializadas, de posse de dois tipos de argamassa e a não cimentícia testes concomitantes serão realizados; de posse desses laudos, comparativos das propriedades mecânicas e de produtividade serão traçados entre os três produtos.

O rendimento executivo dos colantes será avaliado podendo gerar gráficos do tempo gasto para confecção de estruturas em blocos estruturais de concreto e blocos cerâmicos, quantidade de colaboradores dispêndios para o serviço e suas especialidades e a quantidade de material gasto.

Assim o objetivo do trabalho é estabelecer a qualificação da argamassa polimérica e suas vantagens e desvantagens em confronto às modalidades colantes mais difundidas no mercado com fins de dar suporte a quem escolher este novo produto em suas execuções.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as propriedades mecânicas da argamassa não cimentícia, argamassa industrializada e a preparada in loco; mostrando os custos da utilização da argamassa polimérica em contrapartida às argamassas convencionais.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar ensaios laboratoriais para estabelecer as características físicas e mecânicas das argamassas preparadas em obra, industrializadas a base de cimento e argamassa não cimentícia.
- Coletar dados e materiais em obras que utilizem argamassa preparada in loco, industrializada e a argamassa não cimentícia.
- Realizar comparativo de dados das propriedades mecânicas, produtividade e gasto de materiais entre as três modalidades de argamassa de assentamento.

3 JUSTIFICATIVAS

As argamassas de assentamento representam cerca de 6% do custo total de um edifício; isto pode justificar o uso negligenciado o qual vem sido submetido, de forma que a mesma mistura sirva para inúmeros tipos de aplicação, entretanto, as conseqüências 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 (OLIVEIRA; AGOPYAN, 1992).

Por ser um produto novo no mercado, a argamassa polimérica não possui bibliografias específicas e nem trabalhos ou artigos, excetuados os disponibilizados pelos fabricantes; sabendo que as argamassas colantes representam até um quarto do peso de uma edificação, e com intuito de disponibilizar material que sirva de base quando da escolha do melhor tipo de argamassa de assentamento para alvenaria de vedação e estrutural, do ponto de vista financeiro, averiguando também a conformidade mecânica das massas estudadas com as normas vigentes, é que este estudo foi desenvolvido.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As primeiras argamassas, basicamente formadas de cal e areia, datam de aproximadamente 10.000 anos de existência, foram encontradas onde hoje é o estado de Israel; os romanos a aprimoraram, utilizando métodos melhores para escolha e cozimento da matéria prima, com a junção de pozolanas, moagem de cal com argila e adições orgânicas concedendo melhores propriedades de resistência e trabalhabilidade (ALVAREZ; SEQUEIRA; COSTA, 2005).

Os autores também comentam que, a necessidade de se construir em zonas marítimas, gerou a busca por ligantes hidráulicos, no século XVIII. Cozendo, uma mistura proporcional de calcário e argila e calcinando a temperaturas mais elevadas, melhoravam-se os níveis de hidraulicidade. Fornos mais sofisticados foram desenvolvidos até que se chegou ao estado de clinquerização, em 1825 por Aspdin, com ele o cimento Portland, sendo a argamassa então cimentícia.

Carasek (2007 *apud* EMO, 2006) diz que no final século XIX, na Europa e nos Estados Unidos, surgiram às argamassas industrializadas, misturas prontas, dosadas em indústrias, onde no momento da aplicação só se faz necessária a adição de água. Em 2010 foi lançado no mercado brasileiro um tipo de argamassa então não cimentícia, de composição química polimérica, normalmente contendo resinas sintéticas, cargas minerais e aditivos.

As argamassas de assentamento têm a função de unir as unidades de alvenaria para formar um elemento monolítico distribuindo as cargas uniformemente, contribuir na resistividade aos esforços laterais, garantir estanqueidade e absorver as deformações de quaisquer naturezas (BAUER, 1995)

Para Pereira (2005), as funções das juntas de assentamento são solidarizar os elementos; distribuir e uniformizar as tensões de contato entre elementos evitando rupturas, resultantes de irregularidades e desvios geométricos dos elementos; acomodar deformações; aumentar a resistência ao cisalhamento e à tração da parede; contribuir para a estanqueidade e contribuir para a capacidade de isolamento térmico e acústico da parede. O desempenho destas funções só é possível observando exigências como espessura e acabamento das juntas;

características físicas, químicas e de fabricação das argamassas e seus constituintes e execução das juntas.

Segundo o boletim técnico 02/86 da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o uso das argamassas tem sido negligenciado por se confundir a solicitação das argamassas constituintes do concreto e as de assentamento, esta última deve suportar os esforços mecânicos, ter trabalhabilidade, resiliência e aderência com a mesma importância.

Mohamad et. al (2009) afirma que as características mecânicas entre os blocos e a resistência da argamassa de assentamento devem ter compatibilidade, as fissuras, que se iniciam nos vazios dos materiais, propiciam a ruptura por esmagamento inicial nas juntas argamassadas, posteriormente seguida do esfacelamento da superfície de contato entre argamassa e bloco.

A alvenaria estrutural, uma importante técnica difundida atualmente em larga escala, em contraposição ao concreto armada, tem sua função resistente diretamente ligada à compressão da parede; tendo a argamassa de assentamento papel muito importante na conferência de estabilidade e resistência.

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

Martinelli (1991) organiza as características desejáveis as argamassas segundo a função a que serão utilizadas no quadro abaixo:

Usos	Funções/Exigências	Propriedades
Assentamento estrutural	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
Assentamento convencional	Unir os elementos da alvenaria Vedar juntas	Trabalhabilidade; retenção de água; resistência mecânica inicial; estabilidade volumétrica; capacidade de absorver deformações
Assentamento de acabamento	Unir elementos de acabamento ao substrato	Trabalhabilidade; retenção de água; aderência; estabilidade volumétrica; capacidade de absorver deformações
Chapisco	Unir camadas de revestimento ao substrato	Trabalhabilidade; aderência
Emboço	Vedar alvenaria Regularizar superfície Proteger o ambiente de intempéries	Trabalhabilidade; retenção de água; aderência; estanqueidade; estabilidade volumétrica

Quadro 1: Usos, funções e propriedades das argamassas de assentamento
Fonte: Martinelli (1991)

Pode – se resumir as propriedades desejáveis ao assentamento convencional e estrutural em trabalhabilidade, retenção de água, resistência mecânica, estabilidade volumétrica e capacidade de absorver deformações.

O autor, supracitado, ainda faz considerações sobre a interdependência dessas propriedades, segundo Martinelli (1991) controlando a “resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e aderência” é possível controlar também a maior parte das outras propriedades.

4.1.1 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade é a característica dos grãos de agregado de rolar uns sobre os outros, tem correlação com atrito interno, coesão e viscosidade é indiretamente medida a partir da consistência, característica da argamassa que faz com que ela resista a deformações.

As argamassas podem ser classificadas, segundo consistência, em seca, plástica e fluida. Nas argamassas secas a pasta, que envolve os grãos de areia, só preenche

os vazios entre os grãos tornando-a uma massa áspera e pouco trabalhável; quando plástica a pasta umedece a superfície dos grãos trabalhando como lubrificante e na argamassa fluida, os grãos estão imersos tornando-se uma massa de fácil segregação que se espalha como um líquido (SABBATINI, 1986).

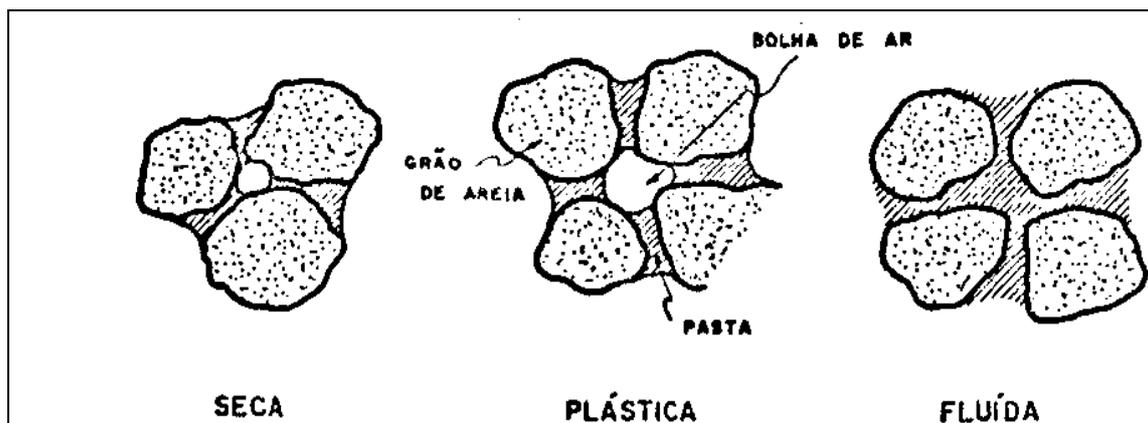


Figura 1 - Classificação da argamassa segundo consistência
 Fonte: Sabatini, 1986 (apud ROSELLO, 1976)

Para Oliveira e Agopyan (1992) trabalhabilidade é característica necessária para conveniente aplicação da argamassa, esta propriedade é de difícil quantificação por sua subjetividade e dependência de diversos fatores como o substrato. Oliveira e Agopyan (1992 *apud* ROSELLO 1976) ressaltam que capacidade de absorver cisalhamento e tração dependem da monocidade da parede, durabilidade e resistência da alvenaria; todos parâmetros de difícil quantificação por depender do conjunto alvenaria argamassa.

Segundo Carasek (2007) a trabalhabilidade garante ou não as condições para execução da parede, caso a argamassa esteja muito fluida quando da colocação do bloco sobre a junta em estado fresco, pode ser conferida a esta junta espessura menor que a prevista dificultando alinhamento e prumo; é importante observar que a fluidez da massa deve ser compatível a ferramenta de aplicação que será utilizada, bisnagas, por exemplo, necessitam maior fluidez da massa para aplicação.

“Influem na resistência de uma argamassa: relação água/ aglomerante; relação aglomerante/ areia; granulometria da areia e natureza e qualidade do aglomerante” (SABBATINI, 1986).

Os fatores que influenciam a trabalhabilidade são o formato dos grãos do agregado, a dosagem e natureza dos finos, a dosagem e natureza do ligante e a relação água/materiais secos. Quando as areias são bem graduadas e de formas arredondadas, pode-se melhorar a trabalhabilidade com inclusão de cal, ar e água de amassadura, desta forma, a cal melhora a plasticidade e aumenta a capacidade de retenção de água; o ar introduzido funciona como lubrificante, entretanto reduz a resistência mecânica (PEREIRA, 2005 *apud* LOURENÇO et al).

4.1.2 Retenção de água

Para Barros et al (1998) retenção de água é a capacidade de reter água de amassamento em contrapartida a sucção da base e a evaporação, tornando as reações de cura mais gradativas, promovendo hidratação adequada do cimento e ganho de resistência. A rápida perda de água prejudica a aderência, capacidade de absorver deformações e resistência mecânica comprometendo durabilidade e estanqueidade, isto pode ser evitado usando aditivos específicos ou com o aumento da superfície específica dos constituintes.

A retenção de água influi na aderência, perdendo água muito rapidamente para o bloco inferior à junta, onde há o contato primeiro; pode faltar água para garantir uma adequada ligação com o bloco superior (CARASEK, 2007)

A Figura ilustra a perda de água da argamassa no estado fresco para a alvenaria.

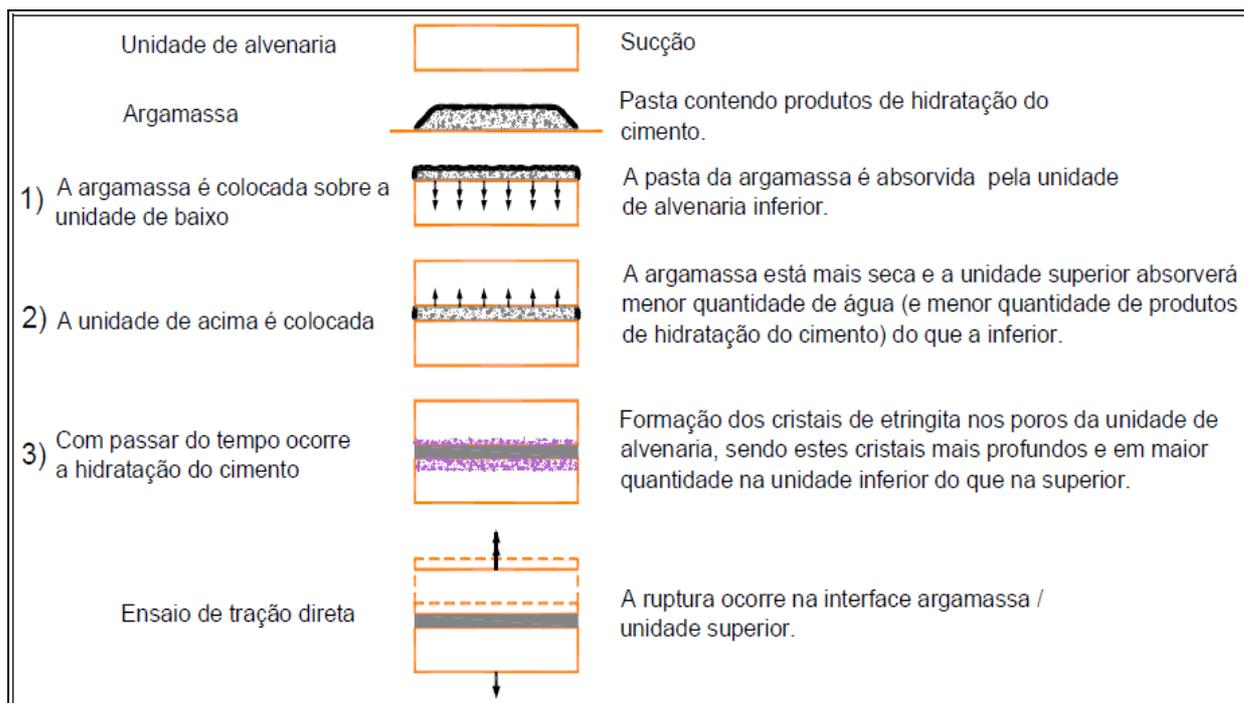


Figura 2 - Perda de água da argamassa de assentamento no estado fresco para os blocos de alvenaria

Fonte: Carasek (2007)

Tijolos muito absorventes, exceto blocos de concreto, devem ser previamente umedecidos para assentamento, para prejudicar a aderência entre blocos e argamassa; sob as mesmas condições a aderência cresce com o aumento da resistência a compressão. A retenção de água pode ser mensurada medindo-se a consistência por espalhamento (PEREIRA, 2005).

4.1.3 Resistência mecânica

A resistência mecânica das argamassas está relacionada à capacidade de resistir a esforços de tração, compressão ou cisalhamento, provocados eventualmente por cargas estáticas ou dinâmicas atuantes nas edificações, ou decorrentes de efeitos das condições ambientais (NAKAKURA; CINCOTTO, 2004).

Segundo Sabbatini (1986) a resistência à compressão aumenta continuamente com o tempo. As argamassas constituídas apenas de cal e areia desenvolvem

pequenas resistências de forma lenta tendo seu valor influenciável pela umidade e absorção de dióxido de carbono; já as argamassas de cimento dependem menos das condições ambientais para alcançar a resistência esperada.

A alvenaria está sujeita a deformações, por retração de origem térmica ou de secagem e movimentações estruturais, de forma que quanto menor a rigidez maior a capacidade de acomodação das tensões. A capacidade de absorver deformações é inversa ao valor de seu módulo de deformação e resistência à compressão (OLIVEIRA; AGOPYAN, 1992).

A aplicação de cargas, em lajes de concreto armada de diversas espessuras combinados a vedações verticais de concreto autoclavado e cerâmico, resultou em deformações tais capazes de indicar que cerca de 2/3 da sobrecarga executada sobre as lajes é suportada pelo elemento de vedação (SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998).

Para Carasek (2007) a resistência da argamassa não pode ser superior à resistência dos blocos exercendo pouca representatividade na resistência a compressão da alvenaria; "... uma diminuição de quase 90% na resistência à compressão da argamassa leva a uma redução inferior a 20% na resistência final da parede". Argamassas de alta resistência além de caras possuem baixa capacidade de absorver deformações.

O aumento na resistência da argamassa pode prejudicar a aderência e comprometer a consistência desejada à execução. Sendo a massa mais resistente que a unidade, e em caso de fissuração, esta acontecerá no elemento de alvenaria sendo sua correção ao mesmo tempo custosa e difícil de disfarçar (SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998).

4.1.4 Estabilidade volumétrica ou retração

O endurecimento da argamassa é acompanhado pela diminuição de volume em função da evaporação e hidratação dos elementos da pasta de cimento. Mesmos após a secagem notamos variações dimensionais em função da umidade relativa do ambiente, esse fenômeno é conhecido como retração (FIORITO, 1994).

Santos (2008) ressalta que a retração ocorre devido à perda rápida e acentuada da água de amassamento e pelas reações na hidratação dos aglomerantes, causando fissuras no revestimento; as argamassas ricas em cimento são mais susceptíveis a fissuração por secagem.

Carasek (2007) afirma que a retração apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade. É resultado de um mecanismo complexo, associado com a variação de volume da pasta aglomerante.

Para Pereira (2005) os fatores que influenciam a retração são:

- Presença de cloretos e álcalis e finura do cimento: quanto mais fino o cimento e maior for a presença de cloretos e álcalis, maior será a retração;
- Consumo de cimento: quanto maior o consumo de cimento, maior será a retração;
- Natureza do agregado: quanto menor for o módulo de deformação do agregado, maior é a suscetibilidade à retração;
- Granulometria dos agregados: quanto maior for a finura dos agregados, maior será a quantidade necessária de pasta de cimento para recobri-los, conseqüentemente maior será a retração;
- Relação água cimento: quanto maior for esta relação, maior será a retração de secagem;
- Condições de cura: se a evaporação da água se iniciar antes de começarem as primeiras ligações entre os cristais desenvolvidos com a hidratação, a retração poderá ser acentuada.

Em Fiorito (1994) é possível notar que para diferentes traços a retração é aproximadamente a mesma sendo que para umidade relativa maior a retração cai e aos 28 dias de idade a retração é de cerca de 60% da retração total chegando até a 90% da retração total aos 120 dias de idade.

4.1.5 Capacidade de absorver deformações

A capacidade de absorver deformações, também chamada ou comparada a resiliência, é a capacidade que a argamassa possui de absorver tensões, sem se deformar excessivamente, não causando ruptura ou fissuras prejudiciais e voltando ao seu estágio original quando do cessar das solicitações (SABBATINI, 1986).

A capacidade de absorver deformações depende segundo Santos (2008):

- do módulo de deformação da argamassa - quanto menor for o módulo de deformação (menor teor de cimento), maior a capacidade de absorver deformações;
- da espessura das camadas - espessuras maiores contribuem para melhorar essa propriedade; tomando-se cuidados para não ocasionar espessuras excessivas que poderão comprometer a aderência;
- das juntas de trabalho do revestimento - as juntas delimitam panos com dimensões menores, compatíveis com as deformações.
- da técnica de execução - a compressão após a aplicação da argamassa e a compressão durante o acabamento superficial, iniciado no momento correto, vão contribuir para o não aparecimento de fissuras.

Para cumprir esta função, o módulo de elasticidade da argamassa deverá ser inferior a 2,0 GPa (SABBATINI, 2005). Fiorito (1994) afirma que a partir do módulo de elasticidade as argamassas podem ser divididas em rica, com módulo de elasticidade acima de 14,00 GPa; argamassas elásticas, com módulo de elasticidade de até 5,00 GPa e argamassas extremamente elásticas com módulo de elasticidade de até 1,05 GPa.

Definição das argamassas	Módulo de elasticidade
Rica	Aproximadamente 14,00 GPa
Elástica	Aproximadamente 5,00 GPa
Extremamente elástica	Aproximadamente 1,05 GPa

Quadro 2: Divisão das argamassas segundo o módulo de elasticidade

Ao assentar com argamassa mista e industrializada paredes constituídas de bloco cerâmico e concreto autoclavado foi observado que a capacidade de absorver deformações varia de $L/2300$ A $L/760$ assemelhando-se a valores encontrados em campo (SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998).

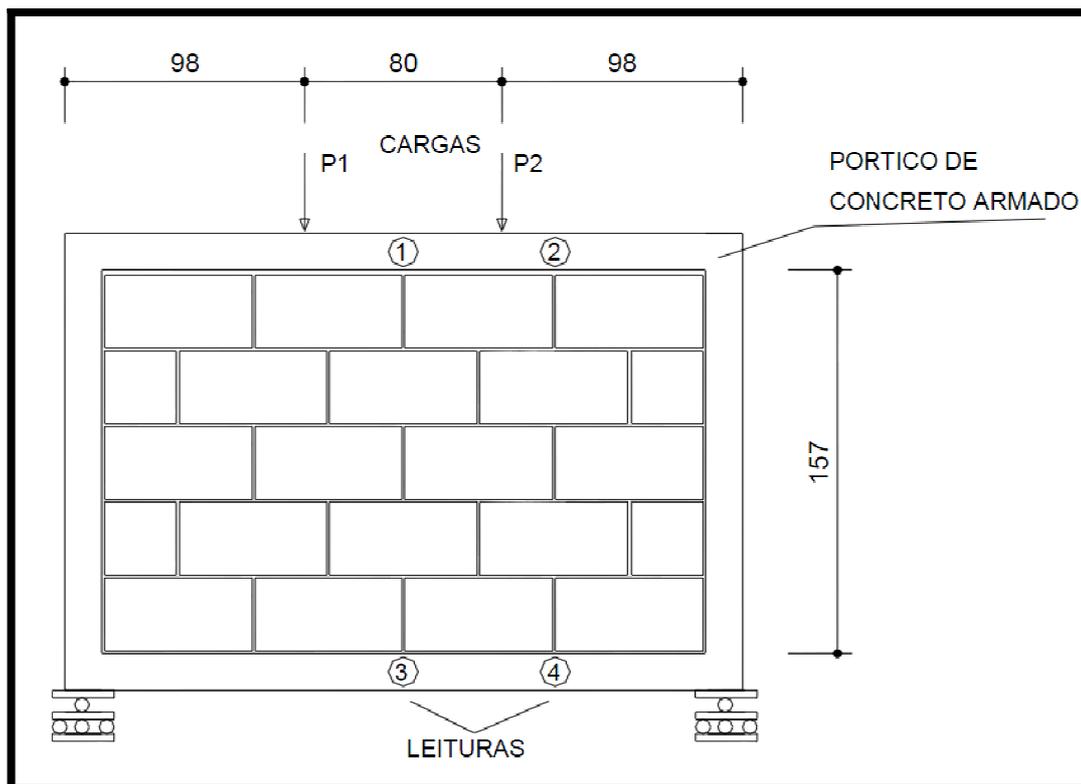


Figura 3 - Detalhe do ensaio de desempenho da capacidade de acomodar deformações
Fonte: Seminário tecnologia e gestão na produção de edifícios: vedações
verticais (1998)

Componente/ situação	Deformação máxima até o surgimento da primeira fissura (mm)
Bloco cerâmico assentado e revestido com argamassa mista	1,59
Bloco de concreto assentado e revestido com argamassa mista	1,11
Bloco de concreto autoclavado assentado com argamassa industrializada, sem revestimento	3,51
Bloco de concreto autoclavado assentado com argamassa mista, sem revestimento	3,51

Quadro 3: Capacidade de acomodar deformações de paredes

Fonte - Seminário tecnologia e gestão na produção de edifícios: vedações verticais (1998)

4.2 TIPOS DE ARGAMASSA

A NBR 7200/98 define argamassa inorgânica como sendo a mistura, contendo ou não aditivo e adições, homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água com propriedades de aderência e endurecimento.

A falta de parametrização limite na fabricação das argamassas, para as características que deveria apresentar, gerou necessidade de esforços para controlar o conjunto bloco-junta quanto ao desempenho, justificando assim que a especificação do material seja feita por composição e não por propriedades (OLIVEIRA; AGOPYAN, 1992).

4.2.1 Argamassa preparada in loco

Para NBR 13529/1995 argamassa preparada in loco são aquelas que têm a medição e o preparo do material no canteiro de obras, de medição feita em volume ou massa, com um ou mais aglomerantes.

A atividade de produção de argamassa preparada in loco é relegada a um segundo plano na maioria das construções que utilizam essa modalidade de

argamassa, isso ocorre pelo não conhecimento de uma prática racionalizada de traço sendo expressiva a variabilidade do consumo de cimento (AGUIAR, 2004 *apud* BARROS et al, 1989)

4.2.2 Argamassa industrializada

De acordo com a norma NBR 13529/1995 argamassa industrializadas são aquelas que têm a dosagem controlada de seus componentes, em instalações próprias, gerando uma mistura seca onde o usuário só adiciona a quantidade de água requerida.

O Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais ressalta que as argamassas industrializadas são classificadas, levando em consideração a NBR 13281/2005, segundo as características e propriedades que apresentam da seguinte forma:

- Resistência à compressão – NBR 13279/2005 - As argamassas industrializadas com resistência à compressão variando de P1 = 2,0 a P6 > 8,0 MPa.
- Densidade de massa aparente no estado endurecido – NBR 13280/2005 - As argamassas industrializadas com densidade de massa aparente no estado endurecido variando de M1 = 1200 a M6 > 1800 Kg/m³.
- Resistência à tração na flexão – NBR 13279/2005 - As argamassas industrializadas são classificadas de R1 a R6, com a resistência à tração na flexão variando de R1 = 1,5 a R6 > 3,5 MPa.
- Coeficiente de capilaridade – NBR 15259/2005 - Com o coeficiente de capilaridade variando de C1 = 1,5 a C6 > 10,0 g/dm².min^{1/2}.
- Densidade de massa no estado fresco – NBR 13278/2005 – As argamassas industrializadas com densidade de massa no estado fresco variando de D1 = 1400 a D6 > 2000 Kg/m³.
- Retenção de água – NBR 13277/2005 - As argamassas industrializadas com retenção de água variando de U1 = 78 a U6 95% a 100%.

- Resistência potencial de aderência à tração – NBR 15258/2005 – As argamassas industrializadas com resistência potencial de aderência à tração variando de A1 < 0,20 a A3 0,30 MPa.

4.2.3 Argamassa não cimentícia

Segundo a ficha técnica dos fabricantes Carbonos do Brasil Ltda., FCC e Construfix a argamassa polimérica ou não cimentícia é uma argamassa pronta para uso, estabilizada, pastosa e homogênea à base de compostos minerais, polímeros resinosos e químicos para a imediata colagem ao assentamento revestimentos de blocos de concreto, cerâmicas, pedras, vidros, metais entre outros. Pode apresentar também em sua composição carvão ativado e incorporadores de ar.

Ao assentar os elementos de vedação ou estruturais, faz-se necessário distribuir sobre as bases apenas duas linhas horizontais paralelas, com aproximadamente um centímetro cada, como pode ser observado nas figuras abaixo.





4.3 TRAÇOS E UTILIZAÇÕES

Segundo a Tabela de composição de preços para orçamento (2000), os traços em volume para as argamassas de assentamento podem ser separados segundo sua utilização, como podemos observar na tabela abaixo.

APLICAÇÕES		TRAÇOS			
Grupo	Subdivisão	Cimento Portland	Cal hidratada	Areia	Categoria da areia
Alvenaria de tijolos maciços	um tijolo - 20 a 22 cm	1	1,5	6	grossa comum
	meio tijolo - 10 a 11 cm	1	2	8	grossa lavada
	1/4 de tijolo - 5 a 6 cm (cutelo)	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de tijolos laminados (maciços ou 21 furos)	um tijolo - 20 a 22 cm	1	1	6	grossa lavada
	meio tijolo - 10 a 11 cm	1	1	5	grossa lavada
Alvenaria de tijolos 6 duros	uma vez	1	1,5	6	grossa comum
	meia vez	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de tijolos 8 furos	uma vez	1	1,5	6	grossa comum
	meia vez	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de blocos de concreto para vedação	espessura 20 cm	1	0,5	8	grossa lavada
	espessura 15 cm	1	0,5	8	grossa lavada
	espessura 10 cm	1	0,5	6	grossa lavada
Alvenaria de blocos de concreto autoportantes	espessura 20 cm	1	0,25	3	grossa lavada
	espessura 15 cm	1	0,25	3	grossa lavada

Quadro 4: Traços de argamassa segundo suas aplicações

Fonte: Tabela para composição de preços para orçamento – Editora Pini 2000

Aplicação	Traço	Rendimento aproximado por lata de cimento (18 litros) ou saco de cimento (50Kg)	Instruções de uso
Paredes de tijolos maciços de barro	1 lata de cimento, 2 latas de cal e 8 latas de areia	10 metros quadrados	Os blocos devem estar secos quando assentados, as três primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa impermeabilizante
Paredes de tijolos de 6 e 8 furos	1 lata de cimento, 2 latas de cal e 8 latas de areia	16 metros quadrados	Os blocos devem estar secos quando assentados, as três primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa impermeabilizante
Paredes de blocos de concreto	1 lata de cimento, 1/2 lata de cal e 6 latas de areia	30 metros quadrados	Os blocos devem estar secos quando assentados, as duas primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa impermeabilizante

Quadro 5: Aplicação, traços, rendimento e instruções de uso para assentamento de paredes com argamassas usuais e areia média

Fonte: Faz fácil (2012)

4.4 ALVENARIA CONVENCIONAL E ESTRUTURAL

Segundo Pereira (2005) as paredes, quanto à função que desempenham, podem ter a seguinte classificação:

- Paredes em alvenaria de tijolo sem função estrutural;
- Paredes em alvenaria de tijolo com função estrutural;
- Paredes em alvenaria de tijolo divisória e de bordo livre (muros, platibandas, entre outros);
- Paredes em alvenaria de tijolo com função especial (acústica, térmica, impactos, entre outros).

A alvenaria convencional é a utilização dos blocos com o intuito de vedação das paredes da construção, não demandam tantos cuidados com patologias como trincas, pois estas podem ser compensadas com revestimento; necessitam de elementos estruturais de sustentação, como pilares e vigas, requerendo maior mão-de-obra, material e tempo (CORRÊA, 2010).

Para MILITO (2006), as paredes utilizadas como elemento de vedação devem possuir características técnicas como resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, estanqueidade e durabilidade.

Conforme NBR 7171/1992 tijolos cerâmicos vazado, moldados com arestas vivas retilíneas são produzidos a partir da cerâmica vermelha, tendo a sua conformação obtida através de extrusão. A seção transversal destes tijolos é variável, existindo tijolos com furos cilíndricos e com furos prismáticos.

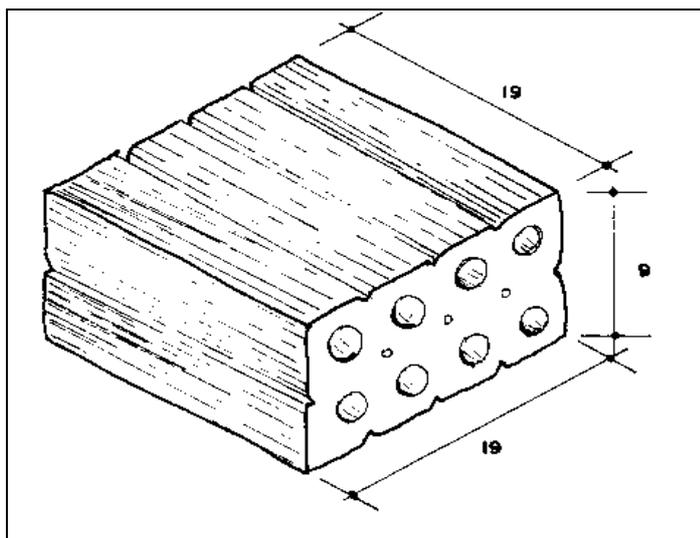


Figura 6 – Bloco cerâmico com furos cilíndricos
Fonte: Técnicas de construção civil e construção de edifícios

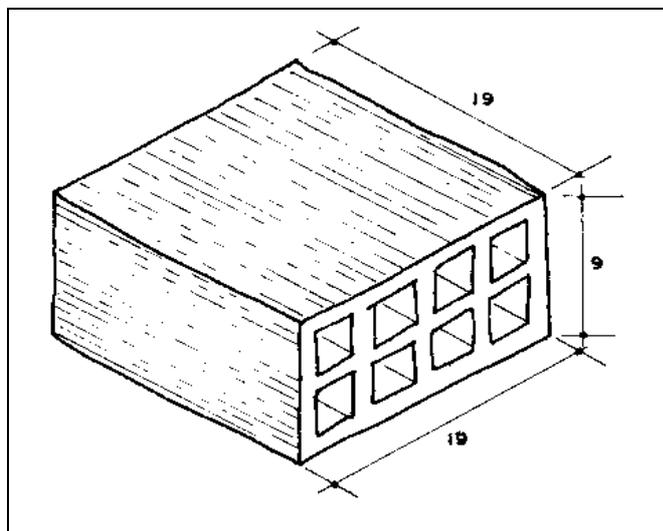


Figura 7 - Bloco cerâmico com furos prismáticos
Fonte: Técnicas de construção civil e construção de edifícios

A NBR 7171 ainda classifica os blocos cerâmicos conforme sua dimensão

TIPO LXHXC (cm)	Dimensões nominais (mm)		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
10x20x20	90	190	190
10x20x25	90	190	240
10x20x30	90	190	290
10x20x40	90	190	390
12,5x20x20	115	190	190
12,5x20x25	115	190	240
12,5x20x35	115	190	290
12,5x20x40	115	190	390
15x20x20	140	190	190
15x20x25	140	190	240
15x20x30	140	190	290
15x20x40	140	190	390
20x20x20	140	190	190
20x20x25	190	190	240
20x20x30	190	190	290
20x20x40	190	190	390

Quadro 6: Dimensão nominal de blocos cerâmicos de vedação e estrutural
Fonte: Associação Brasileira de normas técnicas (NBR 7171, 1992)

Para Corrêa (2010), a alvenaria estrutural consiste na utilização dos blocos como elementos estruturais capazes de distribuir todas as cargas para a fundação, demandam cuidado maior de integridade dos blocos e execução, sendo os danos capazes de comprometer todo o sistema estrutural da edificação.

A norma brasileira define dois tipos de blocos de concreto, de acordo com sua aplicação:

(a) Bloco de concreto vazado de concreto simples para alvenaria sem função estrutural regido pela NBR 6136 de 2007;

(b) Bloco de concreto vazado de concreto simples para alvenaria estrutural regido pela NBR 6136 de 2007;

A norma brasileira 6136/2007 faz uma designação dos blocos não estruturais tomando como base a largura, por exemplo, M-10, M-12, M-15 e M-20, referindo-se às larguras 9, 11,5, 14 e 19 cm, respectivamente.

Designação	Largura	Altura	Comprimento
Blocos de 20 cm nominais M-20	19	19	39
	19	19	29
	19	19	19
	19	19	9
	19	9	19
Blocos de 15 cm nominais M-15	14	19	39
	14	19	34
	14	19	29
	14	19	19
Blocos de 10 cm nominais M-10	9	19	39
	9	19	29
	9	19	19
	9	19	14
	9	19	9
	9	9	19

Quadro 7: Dimensões reais dos blocos de concreto sem função estrutural
 Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6136,2007)

Para Milito (2006) o bloco canaleta tem dimensões usuais de 14 x 19 x 39 centímetros pesando aproximadamente 13,50 quilos e 19 x 19 x 39 centímetros pesando 18,10 quilos.

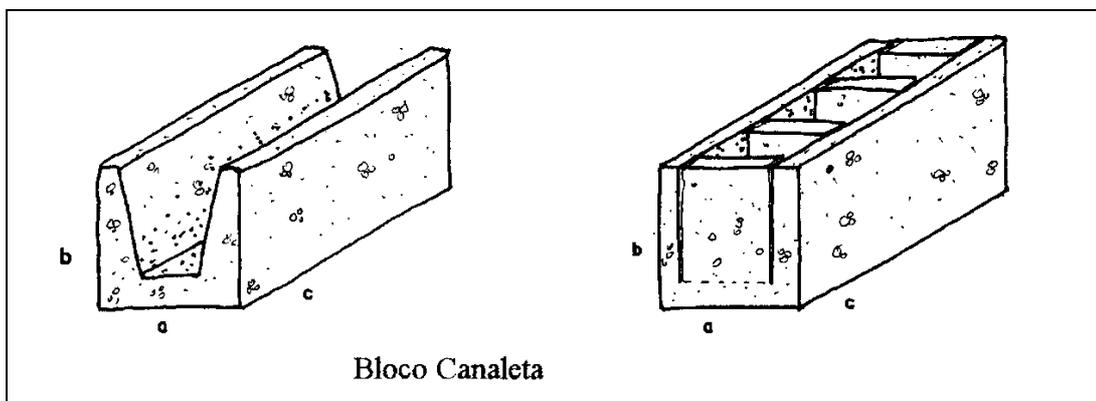


Figura 8 - Bloco canaleta

Fonte: Técnicas de construção civil e construção de edifícios

A NBR 6136/2007 diferencia os blocos de concreto com função estrutural conforme dimensões e sua resistência à compressão característica. As dimensões padronizadas dos blocos admitem tolerâncias de acréscimo de dois milímetros para a largura e três milímetros para a altura e comprimento.

Designação	Dimensões (mm)				
	Largura	Altura	Comprimento	Parede transversal	Parede longitudinal
M- 20	190	190	390	25	32
M - 15	190	190	190		
M - 12	140	190	390	25	25
M - 10	140	190	190		
Somente vedação	115	190	390	15	15
	115	190	190		
	90	190	390	15	15
	90	190	190		

Quadro 8: Designação e dimensões de blocos de concreto
Fonte: Carasek (2007)

Valores mínimos de resistência característica (MPa)		
Classe de resistência	Classe AE	Classe BE
4,5	(A)	4,5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16

(A) Classe de resistência não permitida para blocos classe AE.

Quadro 9: Requisitos para resistência a compressão característica dos blocos de concreto com função estrutural - Valores mínimos

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6136, 2007)

Para Medeiros e Sabbatini (1993), a capacidade da parede de resistir à ação de esforços de compressão normais ao seu plano vertical é uma propriedade primordial quando se trata do comportamento mecânico da alvenaria.

Para compreender o comportamento estrutural da parede submetida a esforços de compressão é necessário entender dois pontos

- a determinação desta resistência;
- o mecanismo de ruptura da alvenaria quando submetida a esse tipo de esforço. Para determinar a resistência à compressão da alvenaria emprega-se os seguintes métodos.

- ensaio de parede;
- inferição através de paredinhas ou prismas;
- inferição através da resistência a compressão da unidade e da argamassa (MEDEIROS, 1993 apud SABBATINI, 1984).

5 METODOLOGIA

Para avaliar as propriedades mecânicas das argamassas em estudo, foi necessário recolher amostras de argamassa em obras para que a mistura se aproximasse o máximo possível das condições de utilização. Os traços, recolhidos em obra, de argamassa foram:

- traço em volume 1:6 com 400 mL de aditivo por saco de cimento e fator água cimento de 1,21; para assentamento de alvenaria de vedação;
- traço em volume 1:5 com 250 mL de aditivo por saco de cimento e fator água cimento de 1,08; para assentamento de bloco estrutural;
- argamassa industrializada, para assentamento de vedação, com adição correspondente a 0,166 L de água a cada quilo de mistura;
- argamassa industrializada, para assentamento de alvenaria estrutural, com adição correspondente a 0,175 L de água a cada quilo de mistura;
- argamassa não cimentícia, que foi adquirida direto do fabricante por não necessitar de nenhum tipo de líquido ou adições.

No laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, as diversas modalidades de argamassa recolhidas foram submetidas a ensaios de determinação da consistência, determinação da retenção de água, determinação da massa específica aparente e teor de ar incorporado, determinação da resistência à compressão simples, determinação do módulo de deformação, determinação da absorção por capilaridade e determinação da massa específica aparente.

Com traços da mesma betonada também foi possível assentar prismas ocós de concreto simples de bloco estrutural e prismas de alvenaria de vedação de tijolo cerâmico; para avaliação do comportamento das argamassas em conjunto com a alvenaria.

Concomitantemente aos ensaios laboratoriais e recolhimento de amostras, procedeu-se a anotação e análise da produtividade de assentamento de bloco estrutural e tijolo cerâmico com as diferentes modalidades de argamassa de assentamento recolhidas para verificar a viabilidade econômica comparativa das massas.

5.1 MATERIAIS UTILIZADOS

5.1.1 Argamassa preparada in loco

Amostras de argamassa, com uso de aditivo plastificante e com função estrutural e sem função estrutural, foram recolhidas de três obras, em andamento nas cidades de Campo Mourão- PR e Maringá - PR, para ensaios quanto às características físicas e mecânicas. Sendo que para os ensaios de massa endurecida, usou-se as amostras recolhidas em Maringá e moldadas in loco, já para os ensaios de estado fresco, as amostras foram recolhidas em Campo Mourão.

5.1.2 Argamassa Industrializada

Amostras de argamassa, com traços especificados segundo os fabricantes, com e sem função estrutural, foram recolhidas em três obras, em andamento na cidade de Campo Mourão- PR estrutural e Maringá – PR para, para ensaios quanto às características físicas e mecânicas. Sendo que para os ensaios de massa endurecida, usou-se as amostras recolhidas em Maringá e moldadas in loco, já para os ensaios de estado fresco, as amostras foram recolhidas em Campo Mourão.

5.1.3 Argamassa não cimentícia

Uma massa produzida na região foi ensaiada quanto às características físicas e mecânicas, pra alvenaria estrutural e de vedação.

5.1.4 Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural e Bloco Cerâmico para Vedação

Os ensaios de resistência à compressão de prisma oco foram realizados com os blocos coletados nas obras em andamento. Foram coletadas amostras de blocos de duas obras, em que as estruturas das edificações são de blocos vazados de concreto simples e outras duas em que a vedação era por blocos cerâmicos.

5.2 PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

5.2.1 Procedimento em laboratório

Para todas as argamassas, realizaram-se os seguintes ensaios de caracterização física e mecânica:

a) Argamassa no Estado Fresco:

- Determinação da consistência – método de ensaio NBR- 13276/2005;
- Determinação da retenção de água NBR – 13277/2005;
- Determinação da massa específica aparente e teor de ar incorporado - método de ensaio NBR – 13278/2005.

b) Argamassa no Estado Endurecido

- Determinação da resistência à compressão simples – método de ensaio NBR – 7215 / 2009 e NBR 13279 / 2005;
- Determinação do módulo de deformação – método de ensaio NBR – 8522 / 2008;
- Determinação da absorção por capilaridade – método de ensaio NBR – 9779 / 1995 e 7222/2010;
- Determinação da massa específica aparente – método de ensaio NBR-13280 /2005.

c) Prisma oco de bloco vazado de concreto simples, dimensões 14x19x39 cm, e bloco cerâmico, dimensões 9x14x19cm, para vedação: com as mesmas argamassas retro citadas foram preparados os prismas ocos de blocos vazados de concreto simples e blocos cerâmicos e realizados os ensaios de determinação da resistência à compressão para alvenaria estrutural – método de ensaio NBR – 15961/2011.

5.2.2 Procedimento em campo

Para fins de aquisição de dados para analisar os custos unitários foi necessário visitar obras de alvenaria estrutural e bloco cerâmico, foram anotadas a quantidade de operários, metragem e tempo necessários para execução dos serviços de assentamento de parede.

Para assentamento de alvenaria cerâmica, foram entrevistadas em média dez diferentes equipes que dispunham de argamassa preparada em obra para assentamento; para as demais modalidades de argamassa de assentamento de bloco cerâmico foram entrevistadas quatro equipes de assentamento, para cada tipo de argamassa. Para assentamento de bloco estrutural, foram entrevistadas oito equipes para cada modalidade de argamassa de assentamento de bloco estrutural.

Com base nesses resultados foram traçadas planilhas a respeito da produtividade, quantidade de operários necessária e quantidade de material e equipamento gasto nessas atividades; o procedimento foi realizado para os três tipos de argamassa em estudo e tanto para bloco estrutural quanto para bloco cerâmico.

Os quantitativos deram possibilidade para criação de composição orçamentária, de forma a melhor compreensão dos dados coletados em obra.

6 RESULTADOS E ANÁLISES

Na sequência serão apresentados os resultados dos ensaios aos quais as argamassas foram submetidas; iniciando-se pelo estado fresco e posteriormente o estado endurecido.

As argamassas preparadas nas obras foram compostas por cimento Portland CP II 32-E, que tem um tempo de cura de 28 dias, já as argamassas industrializadas chegam a suas resistências finais aos 14 dias de idade.

6.1 Argamassas no estado fresco

6.1.1 Determinação da consistência – método de ensaio NBR- 13276/2005

Umedeceu-se o tampo e as paredes do molde tronco-cônico, posteriormente este molde foi preenchido, em três camadas de 15, 10 e 5 golpes consecutivos, com argamassa recolhida das obras, centralizando o conjunto na mesa de índice de consistência.

Procedeu-se o rasamento e então a manivela do equipamento foi acionada provocando 30 golpes, um golpe por segundo; o espalhamento foi medido em três pontos equidistantes no diâmetro final da massa e os resultados foram obtidos fazendo-se as médias dessas medidas.

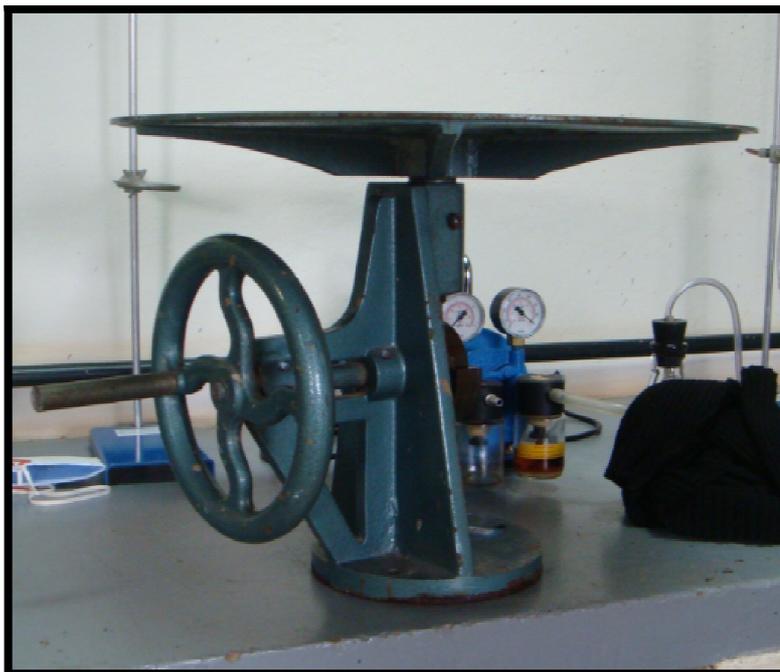


Figura 9: Mesa de índice de consistência

Tipo de argamassa	Espalhamento (mm)
Argamassa não cimentícia	56
Argamassa moldada in loco (traço 1:6)	171
Argamassa industrializada	110

Quadro 10: Resultados da determinação de consistência para argamassas de assentamento de bloco cerâmico

Tipo de argamassa	Espalhamento (mm)
Argamassa não cimentícia	56
Argamassa moldada in loco (traço 1:5)	112
Argamassa industrializada	133

Quadro 11: Resultados da determinação de consistência para argamassas de assentamento de bloco estrutural

Observou-se que no ensaio de consistência, a argamassa não cimentícia apresentou – se mais trabalhável e consistente que as demais argamassas; entretanto, as normas vigentes não especificam parâmetros ou limites para este tipo de ensaio.

6.1.2 Determinação da retenção de água NBR – 13277/2005

Um molde cilíndrico de aço com 100 milímetros de diâmetro foi preenchido com argamassa, colocando 10 incrementos aproximadamente até formar um pequeno excesso. Rasou-se o excesso com a lâmina da espátula, garantindo a limpeza das bordas do molde para captar apenas a massa do molde com argamassa rasada na balança.

Posteriormente colocaram-se sobre a superfície da argamassa duas telas de gaze, um conjunto de 12 discos de papel-filtro e uma placa centralizadamente, com peso de dois quilos, acionando imediatamente o cronômetro. Após dois minutos levou-se o conjunto de papéis-filtro a balança. A retenção de água foi dada pela seguinte equação:

$$Ra = 1 - \frac{(Mf + Mse)}{AF \times (Mma - Mm)} \times 100$$

Sendo:

Ra = Retenção de água, em porcentagem

M = massa de argamassa industrializada ou soma das massas dos componentes anidros no caso de argamassa de obra, em gramas;

AF = fator água/argamassa fresca;

Mf = massa do conjunto de discos molhados de papel-filtro, em gramas;

Mse = massa do conjunto de discos secos, em gramas;

Mma = massa do molde com argamassa, em gramas;

Mm = massa do molde vazio, em gramas.



Figura 10- Detalhe do ensaio de determinação de retenção de água

Tipo de argamassa	Retenção de água (%)
Argamassa não cimentícia	100
Argamassa moldada in loco (traço 1:6)	96
Argamassa industrializada	81

Quadro 12: Resultados da determinação de retenção de água para argamassas de assentamento de bloco cerâmico

Tipo de argamassa	Retenção de água (%)
Argamassa não cimentícia	100
Argamassa moldada in loco (traço 1:5)	98
Argamassa industrializada	89

Quadro 13: Resultados da determinação de retenção de água para argamassas de assentamento de bloco estrutural

Segundo NBR 13281/2005, os valores entre 80% e 90% caracterizam argamassas de retenção normal, já valores acima de 90% de retenção caracterizam argamassas de alta retenção de água.

As argamassas preparadas em obra e não cimentícia apresentaram valores acima de 90%, caracterizando-as como de alta retenção, as argamassas industrializadas são de retenção normal.

As argamassas industrializadas, em geral, apresentaram os menores valores de retenção de água de amassamento; a rápida perda de água prejudica a aderência, capacidade de absorver deformações e resistência mecânica

comprometendo durabilidade e estanqueidade, isto pode ser evitado usando aditivos específicos ou com o aumentando a superfície específica dos constituintes.

6.1.3 Determinação da massa específica aparente e teor de ar incorporado – método de ensaio NBR – 13278/2005

Em um recipiente cilíndrico de PVC calibrado, introduziram-se três camadas de argamassa adensadas por 20 golpes ao longo do perímetro. Após o golpeamento da última camada, aplicaram-se cinco golpes com o soquete de modo a não deixar vazios; rasou-se o recipiente e eliminaram-se partículas aderidas à parede externa do recipiente, pesando então para registrar a massa de argamassa.

O teor de ar incorporada na argamassa é dado pela diferença entre a densidade de massa no estado fresco e a densidade de massa teórica da argamassa, ou seja, sem vazios.



Figura 11- Detalhe do ensaio de teor de ar incorporado

Tipo de argamassa	Teor de ar incorporado (%)	Massa específica (g/cm³)
Argamassa não cimentícia	-	1,828
Argamassa preparada in loco (traço 1:6)	10	1,778
Argamassa industrializada	10	1,522

Quadro 14: Resultados da determinação da massa específica e teor de ar incorporado para argamassas de assentamento de bloco cerâmico

Tipo de argamassa	Teor de ar incorporado (%)	Massa específica (g/cm³)
Argamassa não cimentícia	-	1,778
Argamassa preparada in loco (traço 1:5)	10	1,774
Argamassa industrializada	7	1,658

Quadro 15: Resultados da determinação da massa específica e teor de ar incorporado para argamassas de assentamento de bloco estrutural

Segundo NBR 13281/2005, as argamassas podem ser caracterizadas quanto ao teor de ar incorporado em “a”, com limites inferiores a 8%; “b” com limites entre 8 e 18% e ainda como “c” com limites superiores a 18%.

.A argamassa industrializada para assentamento de bloco estrutural apresentou menor teor de ar incorporado.

O fato de no quesito teor de ar incorporado, a argamassa não cimentícia ter apresentado resultados nulos, pode ser explicado quando se observa que este agente tem efeito catalisador na massa de assentamento, sendo então o ar o responsável pelo endurecimento do material.

Outro fator importante foi a dificuldade para aplicação das equações apresentadas em norma, já que este tipo de massa não compartilha de porcentagem anidra como as demais argamassas.

Visto que para efeito mensurável do teor de ar incorporado a NBR 13278 aplica a equação para argamassas industrializadas:

$$B = \frac{M_s + M_{\text{água}}}{\frac{M_s}{\gamma_s} + M_{\text{água}}}$$

Onde:

B = densidade de massa teórica da argamassa, sem vazios;

M_s = massa de argamassa anidra;

M_{água} = massa de água que compõe a argamassa fresca;

γ_s = densidade de massa da argamassa anidra.

Evidenciando então os fatos e resultados descritos acima.

6.2 Argamassas no Estado Endurecido

Os ensaios de argamassa polimérica referentes ao módulo de elasticidade, resistência à compressão, absorção de água por capilaridade e massa específica aparente para o estado endurecido não foram possíveis de executar, pois as amostras não se mostraram consistentes o bastante aos 28 dias de idade, indicando a necessidade de rever as normas para este tipo de material.

A espessura de polimerização desta argamassa é de aproximadamente dois centímetros; ao secar perifericamente, a massa retraiu e fissurou. A resistência máxima da argamassa não cimentícia é alcançada em período curto, de aproximadamente 72 horas após assentamento.



Figura 12 - Retração apresentada pelos corpos de prova em cura da argamassa de assentamento não cimentícia

A massa não cimentícia apresentou também reações com os moldes metálicos, causando oxidação e dificuldade para desmoldar, a massa aderiu-se fortemente ao metal e corroeu o molde, indicando ser inadequada para aplicação em vergas e contra vergas ou qualquer outro elemento estrutural que seja necessário o uso de materiais metálicos.



Figura 13 - Corpo de prova de argamassa não cimentícia aderido fortemente ao molde e com sinais de oxidação



Figura 14 - Detalhe do molde de corpo de prova que continha argamassa não cimentícia com sinais de oxidação



Figura 15 - Corpo de prova de argamassa não cimentícia com 18 dias de idade apresentou consistência não rígida

Para efeito de cálculo, de resistência a compressão e módulo de deformação, foram considerados as seguintes seções dos corpos de prova segundo sua modalidade e traço em volume.

CP	Ø 1 (mm)	Ø 2 (mm)	Ø Médio (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h Médio (mm)
1	51,15	50,25	50,70	106,55	106,65	106,70	106,63
2	50,25	50,15	50,20	104,75	104,55	104,60	104,63
3	50,50	50,40	50,45	104,55	104,35	104,35	104,42
4	50,15	50,25	50,45	104,55	104,75	104,60	104,63

Quadro 16: Alturas e diâmetros dos corpos de prova de argamassa industrializada para assentamento de bloco cerâmico

CP	Ø 1 (mm)	Ø 2 (mm)	Ø Médio (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h Médio (mm)
1	50,25	50,30	50,28	103,60	103,55	103,40	103,52
2	50,65	50,20	50,43	103,65	103,35	103,40	103,47
3	50,15	50,40	50,28	104,00	103,75	104,45	104,07
4	50,20	50,30	50,25	103,55	103,40	103,60	103,52

Quadro 17: Alturas e diâmetros dos corpos de prova de argamassa preparada “in loco” traço 1:5 e 250 mL de aditivo plastificante por saco de cimento

CP	Ø 1 (mm)	Ø 2 (mm)	Ø Médio (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h Médio (mm)
1	50,20	50,40	50,30	105,80	106,15	105,65	105,87
2	50,35	50,25	50,30	105,35	105,70	105,75	105,60
3	50,35	50,10	50,23	105,25	105,35	105,25	105,28
4	50,30	50,40	50,35	105,75	105,25	105,70	105,57

Quadro 18: Alturas e diâmetros dos corpos de prova argamassa industrializada sem função estrutural

CP	Ø 1 (mm)	Ø 2 (mm)	Ø Médio (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h Médio (mm)
1	50,15	50,25	50,2	101,65	101,63	101,70	101,66
2	50,2	50,1	50,15	103,50	103,55	103,65	103,57
3	50,00	50,00	50,00	103,50	103,55	103,65	103,57
4	50,00	50,00	50,00	103,50	103,55	103,65	103,57

Quadro 19: Alturas e diâmetros dos corpos de prova argamassa preparada “in loco” traço 1:6 e 400 mL de aditivo plastificante por saco de cimento

6.2.1 Determinação da resistência à compressão simples – método de ensaio NBR – 7215 / 2009 e NBR 13279 / 2005

Toda a superfície interna e o fundo da forma foram untados com uma leve camada desmoldante, procedeu-se o enchimento dos moldes com quatro camadas recebendo cada camada 30 golpes uniformes, esta operação foi finalizada com a rasadura do topo dos corpos-de-prova. A cura inicial foi ao ar, após desforma passou-se a cura úmida. Antes do ensaio os corpos-de-prova foram capeados com a mistura de enxofre a quente.

Os corpos-de-prova, capeados e colocados centralizados no prato da máquina de ensaio, foram rompidos à compressão com velocidade de carregamento equivalente a $(0,25 \pm 0,05)$ MPa/s.



Figura 16 - Corpos de prova em idade de ruptura capeados com enxofre

Tabela 1– Resultados da determinação da resistência à compressão simples para argamassa de assentamento de bloco cerâmico

Tipo de argamassa	Resistência efetiva (MPa)
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:6)	2,330
Argamassa industrializada	3,315

Tabela 2– Resultados da determinação da resistência à compressão simples para argamassa de assentamento de bloco estrutural

Tipo de argamassa	Resistência efetiva (MPa)
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:5)	3,463
Argamassa industrializada	3,579

Todas as massas analisadas, segundo a NBR 13281/2005, se enquadram na identificação “I”, segundo as características de resistência a compressão; limitando-se entre 1,0 MPa a 4,0 MPa.

6.2.2 Determinação do módulo de deformação – método de ensaio NBR – 8522 / 2008

Aplicou-se carregamento até alcançar uma tensão de aproximadamente 30% da resistência à compressão da argamassa, chamada de σ_b , este nível de tensão foi mantida por 60 segundos, reduzindo então a carga à mesma velocidade do processo de carregamento até o nível da tensão básica, chamada de σ_a .

Foram realizados mais dois ciclos de pré-carga adicionais durante períodos de 60 segundos cada. Depois do último ciclo de pré-carga e do período de 60 segundos

sob a tensão σ_a , registrou-se as deformações específicas lidas, chamadas de ε_a , tomadas em no máximo 30 segundos, carregando novamente o corpo-de-prova com a tensão σ_b à velocidade especificada e registrando as deformações lidas, chamadas de ε_b , quando todas as leituras foram efetuadas, incrementou-se a carga no corpo-de-prova até a ruptura.

O módulo de elasticidade, E_{ci} , em gigapascals, foi dado pela fórmula:

$$E_{ci} = \frac{\sigma_b - \sigma_a}{\varepsilon_b - \varepsilon_a}$$

Sendo:

σ_b = tensão maior, em megapascals;

σ_a = tensão básica, em megapascals;

ε_b = deformação específica média dos corpos-de-prova ensaiados sob a tensão maior;

ε_a = deformação específica média dos corpos-de-prova ensaiados sob a tensão básica.



Figura 17 - Corpo-de-prova em preparação para ensaio de módulo de elasticidade

Tipo de argamassa	Módulo de elasticidade
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:6)	5,595 GPa
Argamassa industrializada	12,860 GPa

Quadro 20: Resultados da determinação do módulo de elasticidade para argamassa de assentamento de bloco cerâmico

Tipo de argamassa	Módulo de elasticidade
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:5)	30,000 GPa
Argamassa industrializada	3,038 GPa

Quadro 21: Resultados da determinação do módulo de elasticidade para argamassa de assentamento de bloco estrutural

6.2.3 Determinação da absorção por capilaridade – método de ensaio NBR – 9779 / 1995

A massa dos corpos-de-prova foi determinada ao ar e depositada em estufa à temperatura de 105 graus Celsius com variação de cinco graus para mais ou para

menos, até constância de massa; resfriou-se o material em dessecador, determinando assim sua massa. Em um recipiente os corpos-de-prova foram depositados com nível d'água constante de cinco milímetros acima de sua face inferior.

Durante o ensaio o material foi pesado com três horas, 6 horas, 24 horas, 48 horas e 72 horas, contadas a partir da colocação destes em contato com a água. Após a última etapa, os corpos-de-prova foram ensaiados por compressão diametral, de modo a permitir a anotação da distribuição da água no seu interior.

A absorção de água foi calculada dividindo o aumento de massa pela área da seção transversal da superfície do corpo-de-prova em contato com a água, de acordo com a seguinte equação:

$$C = \frac{A - B}{S}$$

Onde:

C = absorção de água por capilaridade, em g/cm²;

A = massa do corpo-de-prova que permanece com uma das faces em contato com a água durante um período de tempo especificado, em gramas;

B = massa do corpo-de-prova seco, em gramas;

S = área da seção transversal, em cm².

Traço 1:6	0h	3hs	6hs	24hs	48hs	72hs	Altura de absorção de água (cm)
	302,20	312,62	313,74	318,63	322,63	323,51	6,07
	296,90	311,62	312,35	318,15	321,81	322,40	6,06
	315,66	322,59	321,15	328,24	322,07	332,90	6,00
Média	304,92	315,61	315,75	321,67	322,17	326,27	6,04
Absorção de água por capilaridade (C=g/cm²)		0,54	0,55	0,85	0,88	1,09	

Quadro 22: Resultados da determinação de absorção por capilaridade, em gramas, para argamassa de assentamento de bloco cerâmico traço 1:6 preparada "in loco"



Figura 18- Detalhe do caminhamento da água dentro do corpo de prova de argamassa traço 1:6 e 200mL de aditivo por saco de cimento

Industrializada para bloco cerâmico	0 h	3hs	6hs	24hs	48hs	72hs	Altura de absorção de água (cm)
	305,15	320,42	324,17	333,43	337,75	338,54	3,00
	301,84	318,10	322,39	332,00	335,65	336,67	1,60
	302,09	319,40	323,50	332,99	336,30	337,28	1,80
Média (mm)	303,03	319,31	323,35	332,81	336,57	337,50	2,13
Absorção de água por capilaridade (C=g/cm²)		0,83	1,04	1,52	1,71	1,76	

Quadro 23: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa industrializada de assentamento de bloco cerâmico

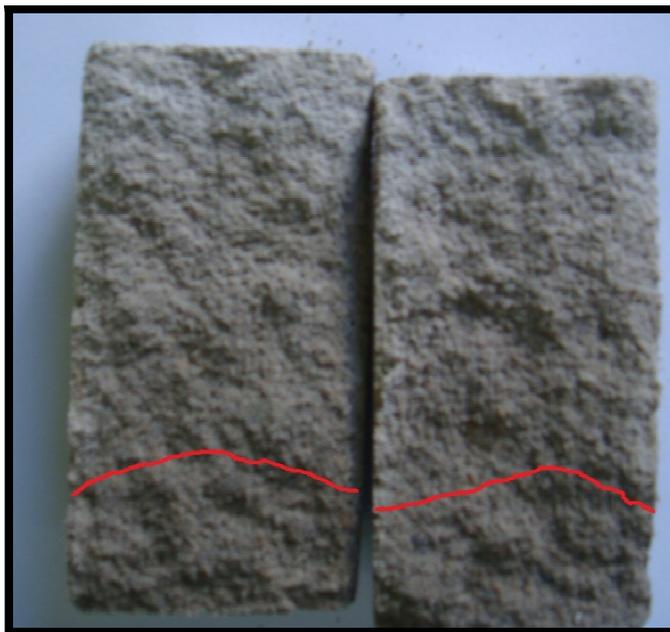


Figura 19 - Detalha da propagação da água dentro do corpo de prova de argamassa industrializada para assentamento de alvenaria cerâmica

Industrializada para bloco estrutural	0 h	3hs	6hs	24hs	48hs	72hs	Altura de absorção de água (cm)
	317,91	327,06	330,29	338,15	342,25	343,80	8,10
	318,16	329,77	333,90	343,30	347,40	348,70	7,70
	316,98	328,45	332,40	341,47	345,28	346,41	6,60
Média (mm)	317,68	328,43	332,20	340,97	344,98	346,30	7,47
Absorção de água por capilaridade (C=g/cm²)		0,55	0,74	1,19	1,39	1,46	

Quadro 24: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa industrializada de assentamento de bloco estrutural

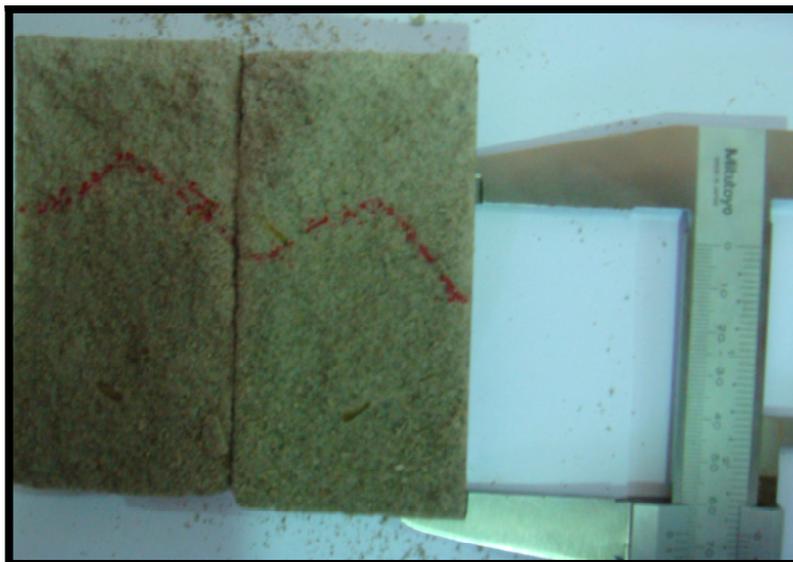


Figura 20 - Detalhe da propagação da água dentro do corpo de ensaio de argamassa industrializada para assentamento de alvenaria estrutural

Traço 1:5	0 h	3 hs	6 hs	24 hs	48 hs	72 hs	Altura de absorção de água (cm)
	367,73	384,03	388,26	394,42	397,47	398,14	7,30
	367,82	383,44	387,65	396,81	400,38	401,26	5,00
	376,99	390,40	394,70	402,78	406,68	407,78	6,90
Média	370,85	385,96	390,20	398,00	401,51	402,39	6,40
Absorção de água por capilaridade (C=g/cm²)		0,77	0,99	1,38	1,56	1,61	

Quadro 25: Resultados da determinação de absorção por capilaridade para argamassa de assentamento de bloco estrutural traço 1:5 preparada “in loco”



Figura 21 - Detalhe do caminhamento da água no interior do corpo de prova de argamassa preparada "in loco" traço 1:5 e 200mL de aditivo por saco de cimento

Dentre as argamassas de assentamento somente para vedação, a argamassa industrializada absorveu maior quantidade de água por capilaridade; entre as argamassas de assentamento estrutural, a argamassa preparada em obra absorveu maior quantidade de água por capilaridade.

6.2.4 Determinação da massa específica aparente – método de ensaio NBR-13280 /2005

Aos 28 dias de idade, o corpo-de-prova, preparado foi retirado da água e colocado em estufa, a uma temperatura, onde permaneceu até atingir constância de massa; após a constância de massa deixou-se esfriar até a temperatura ambiente. Mediu-se o diâmetro dos corpos-de-prova em duas posições ortogonais no seu terço médio e a sua altura em três pontos diferentes.

Os resultados foram obtidos dividindo-se a massa dos corpos-de-prova por seu volume.

Argamassa	Densidade (g/cm²)
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:6)	1,553
Argamassa industrializada	1,543

Quadro 26: Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco cerâmico

Tabela 3– Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco estrutural

Argamassa	Densidade (g/cm²)
Argamassa não cimentícia	-
Argamassa preparada in loco (traço 1:5)	1,888
Argamassa industrializada	1,618

Quadro 27: Resultados da determinação da massa específica aparente para argamassa de assentamento de bloco estrutural

6.3 Prismas ociosos – método de ensaio NBR – 15961/2011

O assentamento tentou reproduzir o mais fielmente possível as condições da obra, o assentamento procedeu-se sobre uma tábua devidamente nivelada; os prismas permaneceram nas condições da obra durante o tempo estipulado para ensaio.

Os prismas foram submetidos ao ensaio de compressão e os resultados foram obtidos dividindo-se a carga de ruptura pela área líquida dos blocos.

6.3.1 Prisma ocioso de bloco estrutural

	Não cimentícia	1:5	Industrializada Bloco estrutural
Área (mm²)	55079,70	54923,70	55029,64
Tensão (Mpa)	2,68	3,72	3,96

Quadro 28: Resultados da determinação de resistência à compressão do prisma oco de bloco estrutural

Foi observada grande variação dimensional nos blocos estruturais recolhidos de duas obras em andamento na cidade de Campo Mourão. Somado a este fator, ao testar a resistência à compressão destes blocos foi possível aferir resistência aproximada de 2,5 Mpa, representando apenas a metade da resistência estimada nos laudos fornecidos pelo fabricante.

Quanto à resistência do prisma com suas respectivas argamassas possibilitou constatar pequena diferença de resistência ao se trocar a massa de assentamento, sendo que para assentamento estrutural a argamassa industrializada foi a que melhor obteve comportamento submetido à compressão de prima.

O plano de rompimento dos prismas, com bloco de concreto e assentados com argamassa não cimentícia, deu-se na horizontal e na vertical, diferindo das demais modalidades que apresentaram apenas fissuração vertical.



Figura 22 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma oco de bloco estrutural assentado com argamassa não cimentícia



Figura 23 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma oco de bloco estrutural assentado com argamassa traço 1:5



Figura 24 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma oco de bloco estrutural assentado com argamassa industrializada para assentamento de alvenaria cerâmica



Figura 25 - Caminhamento da fissuração por compressão do prisma oco de bloco estrutural assentado com argamassa industrializada própria para assentamento estrutural

6.3.2 Prisma oco de bloco cerâmico

	Industrializada alvenaria cerâmica	1:6	Não cimentícia
Área (mm²)	17010,00	17472,00	16593,75
Tensão (Mpa)	0,4	0,42	0,22

Quadro 29: Resultados da determinação de resistência à compressão do prisma oco de bloco cerâmico

Os tijolos cerâmicos recolhidos das obras na cidade de Campo Mourão-PR apresentaram variação dimensional dentro dos limites estipulados pela NBR 7171/1992 que permite tolerância de três milímetros para mais ou para menos.

Quanto ao comportamento desses prismas à compressão a argamassa não cimentícia diferiu em 50% dos resultados obtidos entre as três modalidades de massa de assentamento para tijolo cerâmico; sendo a argamassa de traço em volume 1:6 a que se comportou melhor ao ser submetido à compressão de prisma.



Figura 26 - Modo de ruptura do prisma de bloco cerâmico assentado com argamassa industrializada



Figura 27 - Modo de ruptura do prisma de alvenaria cerâmica assentado com argamassa não cimentícia



Figura 28 - Modo de ruptura do prisma de bloco cerâmico assentado com argamassa preparada "in loco" traço 1:6

Após observar os valores de compressão de prisma assentados com argamassa não cimentícia, tanto para bloco cerâmico quanto para bloco estrutural, constatou-se que esta obteve comportamento inferior aos demais prismas neste ensaio; os resultados podem ser explicados através da forma desigual de distribuição da massa ao longo da base.

Nos casos dos prismas de argamassa não cimentícia, tanto o contato entre as bases, ou a distribuição de tensões possíveis ocorre através de duas linhas de aproximadamente um centímetro de diâmetro, característica do assentamento com esta modalidade de massa, diferindo das outras massas de assentamento que garantem o contato em uma maior área das bases.

A distribuição ímpar de tensões na ocasião de ensaio de compressão de prisma pode ter acarretado comportamento distinto nos prismas assentados com argamassa não cimentícia.

6.4 Procedimento em campo

Os dados de produtividade e gasto de material foram coletados em obras; com anotações decorridas de um dia de trabalho, de modo a dar condições de se estabelecerem tabelas de composição de custo unitário.

Os valores apresentados contemplam apenas o custo da produção, sem levar em consideração administração central, custo de capital financeiro contraído do mercado, margem de incerteza e lucro, ou seja, foi desconsiderado o BDI.

6.4.1 Assentamento de tijolo cerâmico

Nas obras de alvenaria cerâmica, assentadas com argamassa preparada em obra, traço em volume 1:6 e 400mL de aditivo por saco de cimento, em média se produzia 23 metros quadrados por dia com 2 pedreiros, 1 serventes e 0,46 meio oficiais.

Com relação ao gasto de materiais e equipamentos para esta metragem utilizava-se 3,26 sacos de cimento, 1,15 metros cúbicos de areia e 1,61 litros de aditivo plastificante; para o preparo da argamassa utilizavam duas betoneiras em média.

A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 30 tijolos cerâmicos dimensão 9x14x19 centímetros, em meia vez.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAIS	Cimento Porthland CPII-E-32	kg	7,10	0,34	2,41
	Areia média	m ³	0,05	50,00	2,30
	Aditivo plastificante	l	0,07	4,20	0,29
	Tijolo (9x14x19)	um	30,00	0,26	7,80
	Betoneira	h	0,17	0,83	0,14
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	0,70	4,86	3,38
	Meio oficial	h	0,30	3,71	1,09
	Servente	h	0,35	3,37	1,17
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		5,64
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					26,24

Quadro 30: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa traço 1:6 e 400 mL de aditivo por saco de cimento

Resultando um total médio de 26,24 reais por metro quadrado de alvenaria de vedação, incluindo material, mão de obra de assentamento, distribuição e operação de máquinas e equipamentos e encargos sociais.

Nas obras de alvenaria cerâmica, assentadas com argamassa não cimentícia, em média se produzia 28 metros quadrados por dia com dois pedreiros e um servente.

Com relação ao gasto de materiais e equipamentos para esta metragem utilizava-se 1,90 sacos de 25 Kg em média. A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 35 tijolos cerâmicos dimensão 9x14x19 centímetros resultado de juntas menos espessas; em meia vez.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAIS	Argamassa não cimentícia	Kg	1,70	2,00	3,40
	Tijolo (9x14x19)	um	35,00	0,26	9,10
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				12,50
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	0,40	4,86	1,94
	Servente	h	0,20	3,37	0,67
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		2,62
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				6,17
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					18,67

Quadro 31: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa não cimentícia

Resultando um total médio de 18,67 reais por metro quadrado de alvenaria de vedação, incluindo material e mão de obra de assentamento.

Nas obras de alvenaria cerâmica, assentadas com argamassa industrializada, em média se produzia 17,5 metros quadrados por dia com 1,3 pedreiros e 0,5 serventes. Com relação ao gasto de materiais e equipamentos para esta metragem utilizava-se 15,750 sacos de 20 Kg em média. A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 30 tijolos cerâmicos dimensão 9x14x19 centímetros; em meia vez.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAIS	Argamassa Industrializada	kg	18,00	0,50	8,91
	Tijolo (9x14x19)	um	30,00	0,26	7,80
	Betoneira	h	0,17	0,83	0,14
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				16,85
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	0,60	4,86	2,92
	Servente	h	0,20	3,37	0,67
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		3,59
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				8,46
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					25,31

Quadro 32: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada

Resultando um total médio de 25,31 reais por metro quadrado de alvenaria de vedação, incluindo material, mão de obra e equipamento.

6.4.2 Assentamento de bloco estrutural

Nas obras de alvenaria cerâmica, assentadas com argamassa preparada em obra traço em volume 1:5 e 250 mL de aditivo por saco de cimento, em média se produzia 15 metros quadrados por dia, com 2 pedreiros e 2 serventes.

Com relação ao gasto de materiais e equipamentos utilizava-se 1,38 sacos de cimento de 50 Kg, 0,3 metros cúbicos de areia e 0,3 litros de aditivo plastificante; para tanto se utilizava duas betoneiras. A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 12,5 blocos estruturais dimensão 14x19x39 centímetros.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAIS	Cimento Porthland CPII-E-32	kg	4,60	0,34	1,56
	Areia média	m ³	0,02	50,00	0,85
	Aditivo plastificante	l	0,02	4,20	0,10
	Bloco (14x19x39)	um	11,61	1,95	22,64
	Betoneira	h	0,17	0,83	0,14
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	1,06	4,86	5,15
	Servente	h	1,49	3,37	5,02
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		10,17
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					49,27

Quadro 33: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco estrutural, assentado com argamassa traço em volume 1:5

Resultando um total médio de 49,27 reais por metro quadrado de alvenaria de vedação, incluindo material, mão de obra e equipamentos.

Nas obras de bloco estrutural, assentadas com argamassa não cimentícia, em média se produzia 30 metros quadrados por dia com um pedreiro e um servente.

Com relação ao gasto de materiais e equipamentos para esta metragem utilizava-se 1,69 sacos de 25 Kg em média. A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 12,8 blocos estruturais de 14x19x39 centímetros.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAL	Argamassa não cimentícia	Kg	1,41	2,00	2,82
	Bloco (14x19x39)	un.	12,82	1,95	25,00
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				27,82
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	0,27	4,86	1,31
	Servente	h	0,27	3,37	0,91
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		2,22
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				5,24
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					33,06

Quadro 34: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco estrutural, assentado com argamassa não cimentícia

Resultando um total médio de 33,06 reais por metro quadrado de alvenaria estrutural, incluindo material e mão de obra de assentamento.

Nas obras de bloco estrutural, assentadas com argamassa industrializada, em média se produzia 12,8 metros quadrados por dia com dois pedreiros e um servente.

Com relação ao gasto de materiais e equipamentos para esta metragem utilizava-se 8,8 sacos de argamassa de 40 Kg em média. A cada metro quadrado de edificação era empregado em média 12,5 blocos estruturais de 14x19x39 centímetros.

ITEM	COMPONENTES	UNID.	CONSUMO	P. UNIT	SUB TOTAL
MATERIAIS	Argamassa Industrializada	kg	27,50	0,34	9,35
	Bloco (14x19x39)	un.	12,50	1,95	24,38
	Betoneira	h	0,17	0,83	0,14
	SUB-TOTAL PARCIAL DOS MATERIAIS				33,86
MÃO-DE-OBRA	Pedreiro	h	0,63	4,86	3,04
	Servente	h	0,25	3,37	0,84
	ENCARGOS SOCIAIS	%	135,72		3,88
	SUB-TOTAL PARCIAL DA MÃO DE OBRA				9,15
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO					43,01

Quadro 35: Composição de custo para um metro quadrado de alvenaria de bloco estrutural, assentado com argamassa industrializada

Resultando um total médio de 43,01 reais por metro quadrado de alvenaria de vedação, incluindo material, mão de obra de assentamento, distribuição e operação equipamento.

Para efeito comparativo de rendimento de mão de obra por hora versus argamassa de assentamento; foi estabelecido uma legenda:

A - argamassa preparada em obra traço em volume 1:6 e 400 mL de aditivo por saco de cimento;

B - argamassa não cimentícia para assentamento de alvenaria sem função estrutural;

C - argamassa industrializada para assentamento de alvenaria sem função estrutural;

D - argamassa preparada em obra traço em volume 1:5;

E - argamassa não cimentícia para assentamento de alvenaria com função estrutural;

F - argamassa industrializada para assentamento de alvenaria com função estrutural.

No quadro abaixo segue pode-se observar comparativo de preço por metro quadrado e produtividade de assentamento de alvenaria sem função estrutural com as três modalidades de argamassa de assentamento em estudo.

Tipo de argamassa	Preço por metro quadrado (R\$/m²)	Preço por metro quadrado (%)	Produção (m²)	Produção (%)
A	26,27	100	23	131
B	18,67	71	28	160
C	25,31	96	17,5	100

Quadro 36: Custo por metro quadrado de assentamento de tijolo cerâmico

A argamassa não cimentícia para assentamento de bloco cerâmico é 25% mais econômica que a argamassa industrializada para assentamento de bloco cerâmico e 29% mais econômica que a argamassa preparada em obra para assentamento de bloco cerâmico.

A argamassa não cimentícia produz em assentamento de tijolos cerâmicos, 29% mais que argamassa preparada em obra para assentamento de bloco cerâmico e 60% a mais que argamassa industrializada para assentamento de bloco cerâmico.

O próximo quadro traz comparativo de preço por metro quadrado e produtividade de assentamento de alvenaria com função estrutural com as três modalidades de argamassa de assentamento em estudo.

Tipo de argamassa	Preço por metro quadrado (R\$/m²)	Preço por metro quadrado (%)	Produção (m²)	Produção (%)
D	51	100	15	117
E	33,06	65	30	234
F	43,01	84	12,8	100

Quadro 37: Custo por metro quadrado de assentamento de bloco estrutural

Já para assentamento estrutural, o quadro 37 indicou que a argamassa não cimentícia para assentamento de bloco estrutural é 35% mais econômica que a argamassa preparada em obra para assentamento de bloco estrutural e 19% mais econômica que a argamassa industrializada para assentamento de bloco estrutural.

A produção de assentamento de blocos estruturais da argamassa não cimentícia é 134% mais produtiva que argamassa industrializada para assentamento de bloco estrutural e 117% mais produtiva que argamassa preparada em obra para assentamento de bloco estrutural.

Considerando-se comparativamente as questões do dispêndio financeiro com gasto de material e mão de obra elaboraram-se as tabelas abaixo.

Tipo de argamassa	Mão de obra (R\$/m²)	Mão de obra (%)	Material (R\$/m²)	Material (%)
A	13,30	100	12,94	77
B	6,17	46	12,50	74
C	8,46	64	16,85	100

Quadro 38: Gasto com mão de obra e material conforme argamassa de assentamento de bloco cerâmico

Em relação a mão de obra, o custo por metro quadrado foi menor usando argamassa não cimentícia. Esta variação foi de 36% a 46% com relação as demais argamassas. Com relação ao gasto de material os limites variaram 26% em comparativo entre a argamassa não cimentícia e a argamassa industrializada, entretanto, esta diferença é pequena comparando-se a argamassa não cimentícia com a argamassa preparada em obra, cerca de 3%.

Tipo de argamassa	Mão de obra (R\$/m²)	Mão de obra (%)	Material (R\$/m²)	Material (%)
D	23,98	100	27,02	80
E	5,24	22	27,82	82
F	9,15	38	33,86	100

Quadro 39: Gasto com mão de obra e material conforme argamassa de assentamento de bloco estrutural

A argamassa não cimentícia é cerca de 20% a 62% mais econômica que as demais modalidades de assentamento para bloco estrutural ao observar-se o dispêndio com mão de obra; levando-se em consideração o gasto de material, a massa mais econômica foi a argamassa preparada em obra, representando diferença de 20% em comparativo com argamassa industrializada e pequena diferença, da ordem de 2%, em comparativo com argamassa não cimentícia.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os ensaios, para o estado endurecido, de argamassas poliméricas referentes ao módulo de elasticidade, resistência à compressão, absorção de água por capilaridade e massa específica aparente, encontrados nas normas vigentes, não se aplicam a este novo produto, necessitando a revisão ou elaboração de ensaios que enquadrem a modalidade de argamassa de assentamento polimérica.

A argamassa polimérica em contato com elementos metálicos desencadeiam reações de oxidação, indicando ser inapropriada para confecção de vergas e contravergas, até mesmo pela demora ao mostrar-se consistente em grandes volumes e pedindo maior atenção quando da aplicação desta modalidade de argamassa de assentamento nas proximidades das armaduras.

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.

Em trabalhos futuros, sugere-se o estudo das argamassas não cimentícias nos reparos executados em concreto armado, a interação e reações deste tipo de argamassa com os vergalhões de aço das peças estruturais.

Sugere-se também o aprofundamento na execução de ensaios para as argamassas poliméricas, no estado fresco e no estado endurecido, visto que no primeiro houve inaplicabilidade dos testes por problemas no método de cura e no segundo, como na determinação de ar incorporado, houve dificuldade na utilização das equações apresentadas por norma para obtenção dos resultados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. S. de. **Caracterização da Produção de Argamassa Tradicional Racionalizada para Revestimentos de Fachadas**. São Paulo, 2004, 20 f. Monografia (Especialização) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2003&2004_1/BT%20-%20359.pdf>. Acesso em 30 ago. 2011.

ALVAREZ, J.; SEQUEIRA, C.; COSTA, M. Ensinaamentos a retirar do passado histórico das argamassas. In: 1º CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, APFAC, 2005 Lisboa. Disponível em <<http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2051.pdf> >. Acesso em 25 ago. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de paredes e tetos de argamassa inorgânica. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão, Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222**: Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos, Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**: Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão deformação. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência-padrão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 1**. 5. ed. São Paulo: Editora LTC, 1995.

BARROS, M. M. S. B.; MACIEL, L. L.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos**. São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://pcc436.pcc.usp.br/Textost%E9cnicos/Revestimentos%20verticais/Apostila%20Revestimento%20Maciel%20Barros%20Sabbatini.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2011.

CARASEK, H. **Argamassas**. In: ISAIA, Geraldo C. (Org.). *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. São Paulo: Ibracon, 2007.

CARBONOS DO BRASIL LTDA. Disponível em: <<http://carbonos.com.br/produto.php?id=1>> . Acesso em: 15 jul. 2011.

CONSTRUFIX A NOVA SOLUÇÃO CONSTRUTIVA. Disponível em: <http://www.construfix.com.br/site/LAUDOS>. Acesso em 16 jul. 2011.

CORRÊA, E.S. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. 2010. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade da Amazônia, Belém, 2010. Disponível em: <<http://www.unama.br/graduacao/cursos/EngenhariaCivil/download/tcc2010/PATOLOGIAS-DECORRENTES-ALVENARIA-ESTRUTURAL.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

FK RR MAGNO. Disponível em: <http://www.fkct.com.br/blocos_de_concreto_dicas.html>. Acesso em: 25 mar. 2012.

FAZ FÁCIL: O SITE QUE ENSINA A FAZER. **Aplicações e traços das argamassas**. Disponível em: <http://www.fazfacil.com.br/materiais/argamassas_tabela.html>. Acesso em 20 mar. 2012

GRUPO FCC. Disponível em: <<http://www.massadundun.com.br/>>. Acesso em 15 jul. 2011.

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. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT47-%20Martineli.pdf> .Acesso em 31 out. 2011.

FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 1. ed. São Paulo: PINI, 1994.

MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: Produção de componentes e parâmetro de projetos**. Boletim Técnico BT/PCC/98. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT98-%20Medeiros.pdf>. Acesso em 09 abr. 2012.

MILITO, J. A. de. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Apostila. Coordenador Eng. Civil e Prof. Da PUC-Campinas. Sorocaba: Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS), 2006, 303p.

MOHAMAD, G. et al . **Caracterização mecânica das argamassas de assentamento para alvenaria estrutural - previsão e modo de ruptura**. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, ago. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext>. Acesso em 04 out. 2011.

NAKAKURA, E. H.; **Análise e classificação das argamassas industrializadas segundo a NBR 13281 e a MERUC**. 2003, 198 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento**. 2004, 20 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em:< http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2003&2004_1/BT%20-%20359.pdf>. Acesso em 02 nov. 2011.

OLIVEIRA, M. B.; AGOPYAN, V. **Verificação de algumas propriedades de argamassas com saibro da região de Uberlândia para assentamento de tijolos cerâmicos**. Boletim Técnico n. BT/PCC/73. São Paulo: Escola Politécnica do Estado de São Paulo, São Paulo, 1992. Disponível em:< http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT73-%20Oliveira.pdf>. Acesso em 31 out. 2011.

PENNA, C. D. Argamassa Industrializada. **Revista Construção e Negócios on-line**. Editorial Magazine. Disponível em: < <http://www.revistaconstrucaoenegocios.com.br/materias.php?FhIdMateria=1270>>. Acesso em 20 set. 2011.

PEREIRA, M. F. P. **Anomalias em paredes de alvenaria sem função estrutural**. 2005. 489f. Monografia (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Minho, 2005. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2734?mode=full&submit_simple=Mostrar+registo+em+formato+completo>. Acesso em: 15 mar. 2012.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente**. Boletim Técnico n.02/86. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986. Disponível em: < http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT02-%20Sabbatini.pdf>. Acesso em 05 set. 2011.

SABBATINI, F. H. **Tecnologia de produção de vedações verticais**. Notas de aula do MBA em tecnologia e gestão na produção de edifícios. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/index.php?option=com_jumi&fileid=20&Itemid=96&lang=ptbr&cx=011662445380f=FORID%3A11&hl=ptbr&q=Tecnologia+de+produ%C3%A7%C3%A3o+de+veda%C3%A7%C3%B5es+verticais&g%3Dpt-br>. Acesso em: 30 mar 2012

SANTOS, H. B. dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. 2008. 50f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Heraldo%20Barbosa.pdf>> . Acesso em: 03 nov. 2011.

SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP/PCC, 1998.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Relatório Anual 2010**. Disponível em: < http://www.snic.org.br/pdf/snic-relatorio2010-11_web.pdf>. Acesso em 15 set. 2011

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Argamassa industrializada para assentamento e revestimento de paredes e tetos**. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, Minas Gerais, 2006.

TABELAS DE COMPOSIÇÕES DE PREÇO PARA ORÇAMENTO - TCPO. 13.ed. São Paulo: PINI,2003.