

**UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE
DO SUL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO – UMA VERIFICAÇÃO
DO ESTÁGIO ATUAL NA CIDADE DE IJUÍ**

PAULO ROBERTO AMTHAUER

Ijuí/RS, Dezembro de 2001

PAULO ROBERTO AMTHAUER

**ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO – UMA VERIFICAÇÃO
DO ESTÁGIO ATUAL DA CIDADE DE IJUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia Civil do
Departamento de Tecnologia – Universidade
Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande
do Sul, para a obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Professor orientador: Francisco Rípoli Filho

Ijuí, dezembro de 2001

MENSAGEM

“ O melhor professor nem sempre é o que sabe mais e sim aquele que modesto tem a facilidade de transferir o conhecimento, pois a estrada da vida é uma reta marcada de encruzilhadas, caminhos certos e errados, encontros e desencontros, do começo ao fim. Pois seguir em frente, por mais árdua que seja a luta, por mais difícil que seja a caminhada, existe sempre uma maneira de vencer. Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

(P. Castorino)

AGRADECIMENTOS

- * Aos meus pais e irmãos pelo constante carinho e incentivo.
- * Ao professor Francisco Rípoli Filho, pela segura orientação, amizade e apoio.
- * Aos funcionários do Laboratório de Materiais de Construção, por terem proporcionado um ambiente de amizade e companheirismo durante a pesquisa.
- * Aos colegas do curso pelo apoio e incentivo nestes anos de convivência.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade da argamassa de assentamento utilizada nas obras correntes da cidade de Ijuí/RS, no que diz respeito à resistência da argamassa à compressão, e da resistência de aderência na alvenaria.

As argamassas para estudo foram coletadas em 8 (oito) obras correntes da cidade de Ijuí, sendo que nas referidas obras também foram coletados os materiais (cimento, cal e areia) que compõem a argamassa, para serem caracterizados fisicamente através dos ensaios de Massa Unitária, Massa Específica, composição granulométrica e resistência à compressão.

Nos estudos experimentais empregaram-se tijolos e blocos utilizados nas obras pesquisadas, sendo que os mesmos são provenientes das olarias da região.

O estudo da resistência à compressão da argamassa foi realizado através de corpo de prova cilíndrico. Avaliou-se também a resistência dos blocos e tijolos, a resistência dos prismas e por fim a resistência de aderência ao cisalhamento bloco-argamassa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE GRÁFICOS	11
1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 – Delimitação do tema	12
1.2 – Definição dos objetivos do estudo	12
1.2.1 – Objetivos geral	12
1.2.2 – Objetivos específicos	12
1.3 – Justificativa	13
2 – ARGAMASSA	14
2.1 – Conceituação	14
2.2 – Composição	14
2.2.1 – Cimento	14
2.2.2 – Cal	15
2.2.3 – Areia	16
2.2.4 – Água	18
2.3 – Funções das argamassas de assentamento	19
2.4 – Junta de argamassa	20
2.4.1 – Resistência aos esforços mecânicos	20
2.4.2 – Distribuição do carregamento	20
2.4.3 – Absorção das movimentações	22
2.5 – Propriedades da argamassa	23

2.5.1 – Estado plástico	23
2.5.1.1 – Trabalhabilidade	23
2.5.1.2 – Capacidade de retenção de água	24
2.5.1.3 – Condições de assentamento	25
2.5.2 – Estado endurecido	25
2.5.2.1 – Resiliência	25
2.5.2.2 – Aderência	26
2.5.2.3 – Resistência à compressão	27
2.5.2.4 – Durabilidade	28
2.5.2.5 – Influência da mão-de-obra na argamassa	28
2.6 – Tipos de argamassas	29
2.6.1 – Argamassas a base de cal	29
2.6.2 – Argamassa a base de cimento portland	29
2.6.3 – Argamassas mistas	29
2.7 – Patologias das argamassas	30
3 – METODOLOGIA	32
3.1 – Materiais utilizados e métodos	32
3.1.1 – Argamassa	32
3.1.2 – Caracterização das argamassas endurecidas	33
3.1.2.1 – Ensaio realizado	33
3.1.3 – Unidades de alvenaria	34
3.1.3.1 – Ensaio realizado	35
3.1.3.1.1 – Ensaio de resistência à compressão	35
3.1.3.1.2 – Ensaio de resistência dos prismas	36
3.1.3.1.3 – Aderência na alvenaria	36
3.1.3.1.3.1 – Confecção dos prismas	36
4 – RESULTADOS	38
4.1 – Resultados dos ensaios de caracterização dos materiais	38
4.2 – Resultados do ensaio da argamassa	40
4.3 – Resultado das unidades de alvenaria	43

4.3.1 – Resultados da resistência à compressão dos blocos e tijolos	43
4.3.2 – Resultados da resistência dos prismas	45
4.3.3 – Resultados da aderência	47
5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	51
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
7 – ANEXOS	55
7.1 ANEXOS – Ensaio físico do cimento	56
7.2 ANEXOS – Ensaio físico da cal	65
7.3 ANEXOS – Ensaio físico do agregado miúdo	68
7.4 ANEXOS – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de argamassa	77
7.5 ANEXOS – Ensaio de resistência à compressão dos blocos e tijolos	86
7.6 ANEXOS – Ensaio de resistência à compressão dos prismas	95
7.7 ANEXOS – Ensaio de resistência de aderência	104

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Influência de algumas características das areias sobre alguns requisitos e características das argamassas	17
TABELA 2 – Limites máximos conforme a NBR 8798	18
TABELA 3 – Unidades de alvenaria empregada em cada obra	34
TABELA 4 – Massa unitária e massa específica do cimento, cal e areia	38
TABELA 5 – Módulo de finura e diâmetro máximo da areia	40
TABELA 6 – Resultados de resistência à compressão axial da argamassa	41
TABELA 7 – Resultados de resistência à compressão dos blocos	43
TABELA 8 – Resultados de resistência à compressão dos prismas	45
TABELA 9 – Fator de eficiência prisma/bloco	48
TABELA 10 – Resultados dos ensaios de aderência	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mecanismo de funcionamento simplificado para alvenaria carregada verticalmente	21
FIGURA 2 – OBRA B	32
FIGURA 3 – OBRA C	33
FIGURA 4 – Moldagem do corpo de prova cilíndrico	34
FIGURA 5 – Ensaio de caracterização da areia	40
FIGURA 6 – Ensaio de resistência à compressão do bloco	44
FIGURA 7 – Ensaio de resistência à compressão do tijolo	44
FIGURA 8 – Ensaio de resistência à compressão do prisma (bloco)	46
FIGURA 9 – Ensaio de resistência à compressão do prisma (tijolo)	46
FIGURA 10 – Dispositivo de carga e apoio da triplete	48
FIGURA 11 – Teste de aderência em prismas de blocos em prensa de capacidade 200ton.	49
FIGURA 12 – Teste de aderência em prisma de tijolos em prensa de capacidade 200 ton.	50

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Perda de água de argamassa em função da sucção dos blocos	.25
GRÁFICO 2 – Efeito da diminuição da resistência à compressão da argamassa na resistência à compressão da alvenaria27
GRÁFICO 3 – Gráficos de resistência à compressão axial das argamassas41
GRÁFICO 4 – Resistência de aderência49

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Delimitação do Tema

O presente trabalho possui como tema “Argamassas de Assentamento, ”onde o principal objetivo é fazer um diagnóstico sobre a qualidade das argamassas de assentamento preparadas nas obras de Ijuí.

1.2 – Definição dos objetivos do estudo

1.2.1 – Objetivo geral

Diagnosticar a qualidade da argamassa de assentamento utilizadas nas obras correntes da cidade de Ijuí, R/S, no que diz respeito à resistência da argamassa de assentamento à compressão.

1.2.2 – Objetivos específicos

- Moldagem de corpos-de-prova
- Ensaio de caracterização dos aglomerantes e agregados;
- Comparar os resultados dos ensaios com as especificações do projeto

1.3– Justificativa

Uma das mais antigas aplicações dos aglomerantes é na forma de argamassa. Entretanto, o fato de ser muito tradicional não isenta este material de muitos problemas técnicos e funcionais que facilmente se observam em obras correntes antigas e recentes.

As deficiências nas argamassas se manifestam mais comumente sob a forma de trincas, fissuras, deslocamentos, eflorescências, e umedecimentos.

Evidentemente que não se pode creditar todo este conjunto de adversidades exclusivamente ao material, mas sim a vários outros aspectos que vão desde a preparação, execução e cura da argamassa, NETO (2001).

O estudo da argamassa justifica-se pois, como qualquer outro produto industrial que desempenha função de responsabilidade, a argamassa precisa ser submetido a controle de qualidade. Tendo em vista o grande número de variáveis que influem nas suas características, é valido afirmar que, além de rigorosa seleção dos materiais, é indispensável, como para os demais produtos industriais, o controle da execução e das características do produto final.

2 - ARGAMASSA

2.1 - Conceituação

A argamassa é conceituada como sendo “material composto, plástico, constituído de agregado miúdo inerte e de uma pasta aglomerante. Tem a propriedade de aderir a materiais porosos e de endurecer após certo tempo “. A NBR – 7200 define argamassa como a mistura de aglomerantes e agregados com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. KAZMIERCZAK(1989), define argamassa como um material complexo, constituído essencialmente de materiais inertes de baixa granulometria e de uma pasta com propriedades aglomerantes.

2.2 - Composição

2.2.1 - Cimento

A utilização dos diferentes tipos e marcas de cimento Portland fabricados no Brasil, em geral não provocam grandes modificações nas composições das argamassas mistas de assentamento, com algumas ressalvas quando da dosagem de traços em volume para diversos tipos de cimento, com relação às massas unitárias dos mesmos, pois esta característica pode alterar a composição das misturas.

Segundo SABBATINI (1986), os cimentos que apresentam maior finura (maior superfície específica) têm potencial para tornar a argamassa mais

trabalhável e com maior retenção de água. Já os cimentos de endurecimento mais lento podem produzir argamassas mais resilientes.

É prudente que na utilização dos cimentos sejam tomados cuidados quanto à correta armazenagem do produto e prazo de validade, para que na dosagem das argamassas de assentamento não ocorra prejuízo à qualidade das mesmas.

2.2.2 - Cal

A utilização da cal na composição da argamassa, sendo um aglomerante aéreo ao contrário do cimento que é um aglomerante hidráulico, é de grande importância, pois melhora as condições de trabalhabilidade e retenção de água.

De maneira simplificada, a cal passa por três processos a partir do seu estado natural, que são:

- i) calcinação;
- ii) hidratação ou extinção;
- iii) carbonatação (endurecimento).

A calcinação é o processo de queima da pedra calcária ou dolomítica (rocha na qual parte do cálcio é substituído por magnésio). Este processo é controlado e as temperaturas variam entre 900 e 1200 °C.

O CaO (óxido de cálcio) obtido é denominado “cal virgem”. O processo de hidratação consiste na incorporação de água à cal virgem para formar a cal hidratada (hidróxido de cálcio), sendo este processo realizado industrialmente. A hidratação também pode ser realizada no canteiro de obras e denomina-se extinção da cal.

A carbonatação (endurecimento) acontece quando a cal hidratada se combina com o gás carbônico (CO₂) existente na atmosfera para, num processo inverso, se transformar novamente em carbonato de cálcio ou de magnésio, dependendo do tipo de cal.

PEDROSO (2001), considera que “ a cal usada em obra poderá ser obtida tanto por um processo quanto por outro, possuindo, ambos, a capacidade de favorecer a trabalhabilidade e a retenção de água, que são, por sua vez, características desejáveis das argamassas de assentamento, as quais irão proporcionar um incremento de qualidade para a melhor aderência e deformabilidade das alvenarias “.

O uso de cal hidratada em pó ou cal extinta em obra tem também alguns outros fatores que devem ser levados em consideração. Quanto à forma de uso e à hidratação dos óxidos de cálcio e magnésio, a cal extinta em obra, em geral, é superior à cal hidratada em fábrica.

A extinção da cal é realizada com água em excesso, a qual assegura uma completa hidratação dos seus óxidos. A cal hidratada em pó necessita, em geral, de um tempo de “descanso” na forma de argamassa intermediária (areia, cal e água), para promover esta completa hidratação e permitir alterações nas partículas e nos cristais de hidróxidos.

No Brasil, atualmente algumas regiões não apresentam uma cal industrializada de boa qualidade, ocorrendo uma vantagem da cal extinta em obra, face aos benefícios proporcionados por esta.

2.2.3 - Areia

A areia, sendo um agregado miúdo (dimensão máxima do grão até 4,8 mm) pode ter obtenção natural ou artificial. A primeira é obtida por dragagem

dos rios ou escavações do solo, sendo a segunda, obtida por processo de produção manipulado pelo homem (por exemplo, as escórias de alto forno resfriadas ao ar) ou por redução de tamanho de pedras grandes por meio de britadores, PEDROSO (2001).

Comumente, no Brasil, adotam-se vários tipos de areias para a fabricação de argamassas, com variações que vão desde sua origem até a granulometria. As areias mais usadas no país, especialmente na região sul, são de origem siliciosa (areias compostas essencialmente de sílica ou óxido de silício) ou da mistura desta com silte e argilas, neste caso, dando formação a uma areia argilosa, vulgarmente conhecida como “saibro”. A Tabela 1 mostra algumas das propriedades das argamassas de acordo com as características da areia utilizada.

TABELA 1 - Influência de algumas características das areias sobre alguns requisitos e características das argamassas (SABBATINI, 1984).

Características	Variações das Características da Areia			
	Quanto menor o Módulo de Finura	Quanto maior a Granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos	Quanto maior o teor de finos argilosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior	Melhor
Retenção Água	Melhor	Variável	Melhor	Melhor
Resiliência	Variável	Pior	Pior	Melhor
Retração Secagem	Aumenta	Aumenta	Variável	Pior
Porosidade	Variável	Aumenta	Variável	Variável
Aderência	Pior	Melhor	Melhor	Variável
Resist. Mecânica	Variável	Aumenta	Variável	Pior
Impermeabilidade	Melhor	Pior	Variável	Pior

PEDROSO (2001) considera que “quando se trata de resistência mecânica, a durabilidade das argamassas pode ser influenciada pela temperatura ambiente. Em regiões de clima muito frio, como nos países nórdicos da Europa, a durabilidade pode ser afetada pela ação do congelamento da água nos poros da mesma e pelo ataque dos produtos químicos, quando da utilização de alvenarias aparentes. No nosso país, a preocupação referida não têm tanta importância quanto a ação do congelamento, mas quanto ao ataque dos produtos químicos é relevante, pois é prática em algumas regiões, o uso de alvenaria sem revestimento”.

2.2.4 - Água

Conforme a norma NBR 8798, é recomendável o uso de água potável com pH entre 5,8 e 8,0. Existem alguns limites, conforme a norma citada, que interferem de maneira considerável no caso de uso de alvenaria armada e quando existir compostos na água, como sulfatos e cloretos, que podem causar a corrosão da armadura.

Nos casos de alvenaria não armada, têm-se como recomendável o emprego de água limpa, clara, de pH neutro e livre de sujeiras e matéria orgânica de fácil identificação. Na Tabela 2 podemos ver alguns limites máximos, exigidos pela norma.

TABELA 2 – Limites máximos conforme a NBR 8798.

Matéria Orgânica (expressa em oxigênio consumido)	3mg/l
Resíduo sólido	500mg/l
Sulfatos (expressos em íons SO_4^-)	300mg/l
Cloretos (expressos em íons Cl^-)	500mg/l
Açúcar	5mg/l

2.3 - Funções das argamassas de assentamento

Segundo a British Standards Institution apud TORRESCASANA (1999), as funções primárias das juntas de argamassa em uma parede de alvenaria são:

- a) Unir solidariamente as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistir aos esforços laterais;
- b) Distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos;
- c) Absorver as deformações naturais a que a alvenaria estiver sujeita;
- d) Selar as juntas contra a penetração de água da chuva.

Segundo FRANCO (1988), a junta de argamassa tem como função unir os blocos ou tijolos da alvenaria de forma que o todo constitua um elemento monolítico, que seja estanque à penetração de água, que distribua por toda a área dos tijolos ou blocos as tensões atuantes na parede e que seja capaz de absorver deformações como as de origem térmica ou as de retração por secagem.

PLUMMER apud TORRESCASANA (1999), diz que a argamassa é empregada para unir componentes estruturais entre si, e portanto age como adesivo e selante, sendo por isso sua função primária desenvolver uma completa, resistente e durável aderência entre as unidades de alvenaria.

DAVINSON apud TORRESCASANA (1999), resume todas as funções em uma única: A função fundamental da argamassa de assentamento é unir as unidades de alvenaria, constituindo um todo monolítico.

As argamassas de assentamento, têm influência no comportamento da junção com as unidades de alvenaria, resistência aos esforços mecânicos,

distribuição das cargas impostas e absorção das deformações. A seguir, comenta-se sobre as particularidades e importância de cada uma destas funções.

2.4 - Junta de argamassa

CAVALHEIRO (1995), afirma, em concordância com a British Standards Institution (1973), que “são funções das juntas de argamassa separar as unidades (blocos), compensando suas irregularidades geométricas, absorvendo deformações de movimentações térmicas, higroscópicas e pequenos recalques e ao mesmo tempo unir as unidades de alvenaria, proporcionando monoliticidade ao conjunto, distribuindo adequadamente os esforços e fornecendo estanqueidade e durabilidade ao conjunto bloco-argamassa” .

2.4.1 - Resistência aos esforços mecânicos

A alvenaria está preponderantemente submetida a esforços de compressão. Este é o motivo de haver uma concentração de estudos em todo o mundo na resistência à compressão, FRANCO (1988).

A resistência à compressão da argamassa de assentamento deve adequar-se às características dos blocos e aos esforços de compressão e cisalhamento da alvenaria, garantindo o não esmagamento de suas juntas.

2.4.2 - Distribuição do carregamento

PEDROSO (2001) considera que “tem-se como função básica das juntas de argamassa, a distribuição uniforme das cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos. É consenso afirmar que em uma parede submetida a um dado carregamento, a carga atuante é suportada pelos blocos, que transferem a mesma para outros blocos ou unidades de

alvenaria através do elemento de união que é a junta de argamassa. Desta forma, pela ação desta junta, a carga é distribuída de maneira uniforme por toda a parede.

A argamassa de assentamento, apresenta, em geral, um módulo de deformação bem inferior ao do bloco. Nestas condições, quando a junta é comprimida tende a ter uma maior deformação lateral em relação à do bloco. Mas como deve existir uma perfeita aderência entre ambos componentes, as suas deformações laterais devem ser as mesmas, para que ocorra equilíbrio do conjunto. Nestas condições, a maior deformação lateral induzida na argamassa, pelas tensões cisalhantes da interface junta/bloco, acaba por originar tração no bloco, ficando a junta de argamassa submetida a esforço lateral de compressão. A Figura 1 procura mostrar este mecanismo” .

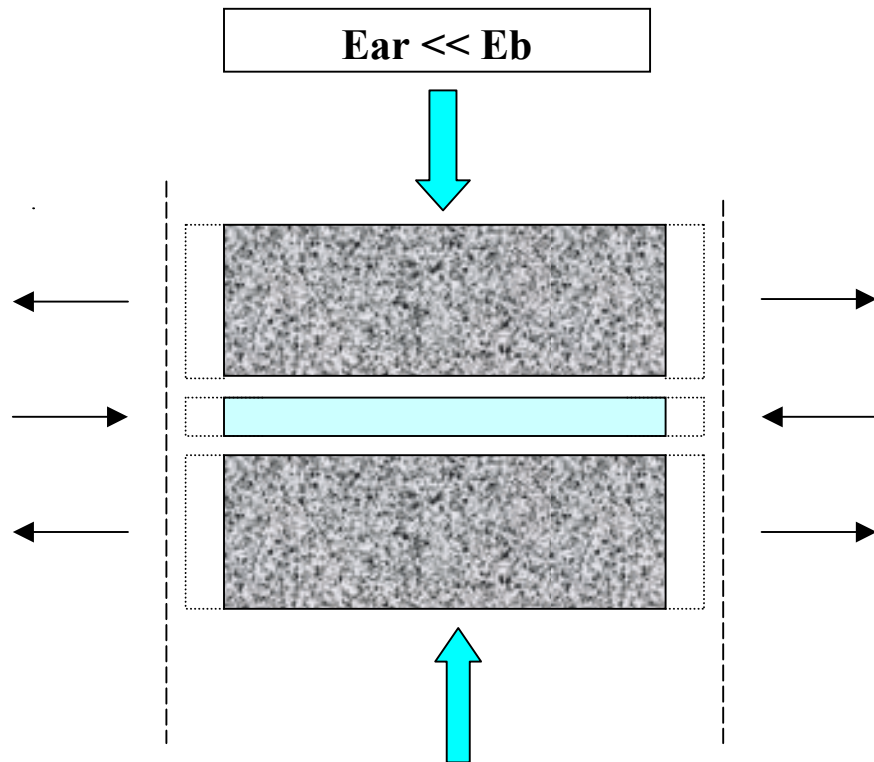


Figura 1: Mecanismo de funcionamento simplificado para alvenaria carregada verticalmente.

2.4.3 - Absorção das movimentações

Conforme FRANCO (1988), o fator preponderante da capacidade de acomodar movimentações é a quantidade de cimento Portland que a argamassa possui. A substituição do cimento pela cal (argamassas mais fracas) leva a argamassas gradativamente menos rígidas e, portanto, capazes de acomodar melhor as deformações. Outros fatores como a granulometria da areia, a relação água-cimento e as condições de cura também influenciam esta capacidade.

Considera-se que numa parede de alvenaria estrutural acontecem movimentações que podem ter origem intrínseca à própria parede, além daquelas causadas por agentes externos. A movimentação higroscópica da parede está entre as deformações intrínsecas que ocorrem devido à variação no seu conteúdo de umidade, como por exemplo durante seu período de cura e endurecimento. Tal variação leva a ocorrência de retração da argamassa na secagem, gerando esforços internos na parede, os quais devem ser dissipados sem provocar fissuras prejudiciais.

Conforme SABBATINI (1984), as fissuras prejudiciais (macrofissuras) são as que permitem a penetração da água da chuva ou que, pela sua amplitude, prejudicam os aspectos de origem psicológica como os estéticos e os que induzem o usuário a temer pela segurança estrutural do edifício.

Considera-se que uma argamassa de assentamento apropriada deve permitir a absorção dos esforços e distribuição destes, sendo a dosagem (ou adequação de traço), fator preponderante para um desempenho satisfatório do conjunto argamassa-bloco.

2.5 - Propriedades da argamassa

As principais propriedades das argamassas podem ser divididas em dois grupos: propriedades no estado plástico e propriedades no estado endurecido.

2.5.1 - Estado plástico

No estado plástico as propriedades mais importantes são a trabalhabilidade, retenção de água e condições de assentamento.

2.5.1.1 - Trabalhabilidade

De influência direta na qualidade da alvenaria produzida por influenciar o preenchimento das juntas horizontais e das juntas verticais, bem como a precisão das características geométricas das paredes, a trabalhabilidade resulta da capacidade que as partículas da argamassa possuem de deslizarem e rolar em si, devido à lubrificação exercida pela pasta e pelo ar incorporado na argamassa, FRANCO(1988).

A trabalhabilidade pode ser correlacionada com a consistência. A consistência seca, plástica ou fluida é determinada pela pasta que envolve os grãos do agregado e não deve ser definida uma ou outra como determinantes de uma melhor trabalhabilidade. Cada profissional, através de sua habilidade, pode obter boa trabalhabilidade com composições diferentes, TORRESCASANA (1999).

Os fatores que mais influenciam esta propriedade são:

- a) Quantidade de água da argamassa;
- b) Quantidade de aglomerantes em relação aos agregados;
- c) Quantidade de cal e forma como é empregada;

d) Granulometria e forma dos grãos do agregado utilizado.

2.5.1.2 - Capacidade de retenção de água

A água na argamassa desenvolve duas funções: é responsável pela hidratação do cimento que confere o endurecimento da argamassa e pela lubrificação entre os grãos que confere as características de trabalhabilidade. A capacidade da argamassa de não perder água quando em contato com materiais de elevado poder de sucção é denominada de retenção de água, FRANCO(1988). A retenção de água segundo SABBATINI (1986), é a capacidade que a argamassa tem de reter a água da mistura quando em contato com blocos de alta sucção, e esta capacidade é relacionada com a tensão superficial da pasta aglomerante.

A capacidade de retenção de água de uma argamassa está intimamente ligada com a superfície específica dos componentes desta argamassa. Desta forma o método mais eficiente para se aumentar a capacidade de retenção de água na argamassa é aumentar proporção de cal utilizada em relação ao cimento, uma vez que esta possui uma superfície específica muito maior que o cimento.

Os problemas causados por uma argamassa com deficiência na sua capacidade de retenção de água, podem comprometer o desempenho da parede, em relação à penetração de água de chuva, à diminuição da durabilidade, à diminuição da resistência à compressão, e à diminuição da resistência a esforços de tração e cisalhamento.

No gráfico 1 , SABBATINI (1984), demonstra a relação entre a perda de água da argamassa e a sucção inicial do tijolo para três argamassas com diferentes composições.

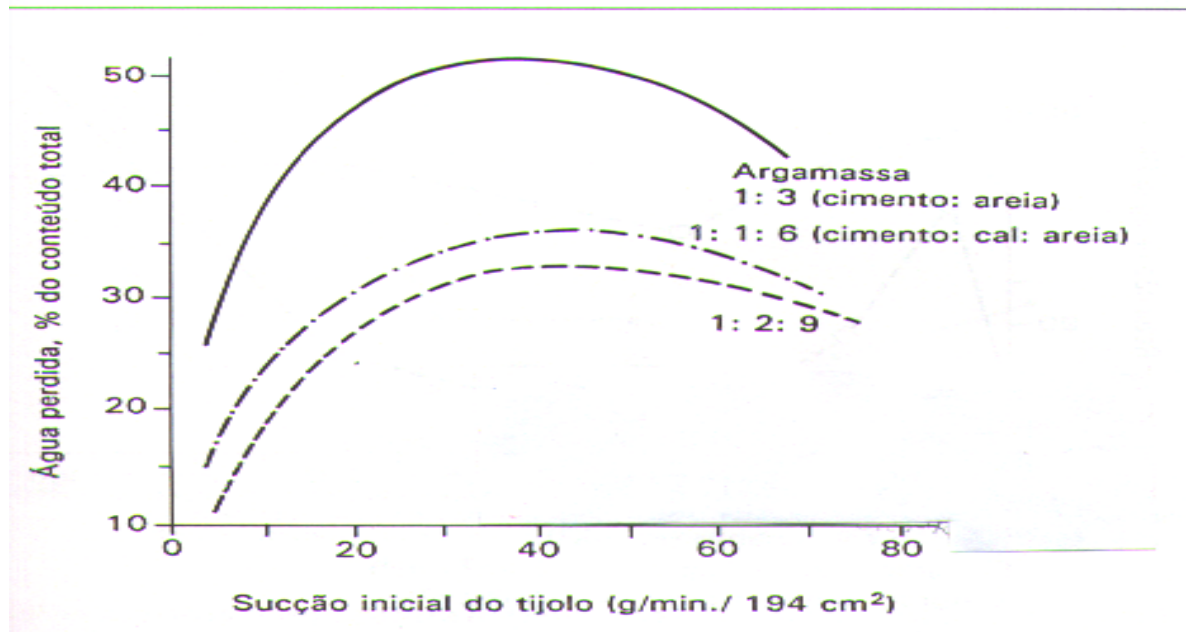


Gráfico 1 – Perda de água de argamassa em função da sucção dos blocos (tempo de contato 4 minutos).

2.5.1.3 - Condições de assentamento

Quanto às condições de assentamento da argamassa, deve-se considerar que uma argamassa deve se adequar ao fim a que se destina, proporcionando condições ao operário de manusear a argamassa adequadamente e com facilidade para que ao efetuar o assentamento, a mesma tenha uma consistência fluída e firme para uma distribuição uniforme nas fiadas e para que possa suportar e unir adequadamente as unidades.

2.5.2 - Estado endurecido

No estado endurecido, as principais propriedades são a resiliência, aderência, resistência a compressão e durabilidade.

2.5.2.1 - Resiliência

No estado endurecido, segundo SABBATINI (1986), a resiliência é a capacidade que a argamassa possui de se deformar sem apresentar ruptura quando sujeita a solicitações diversas, e de retornar à dimensão original quando cessam estas solicitações.

No caso das argamassas, a deformação provocará ruptura sob forma de fissuras microscópicas ou capilares. Quanto maior a resiliência, menor será seu módulo de deformação e este fator é que determina a necessidade de argamassas pouco rígidas e com resistência menor que os blocos cerâmicos, pois uma argamassa “fraca” permite movimentos sem fissuras prejudiciais nas juntas.

A estabilidade do conjunto não fica prejudicada com argamassas de menor resistência à compressão, como é o caso das argamassas mistas, pois como salientam os pesquisadores em sua unanimidade, a resistência de aderência, a trabalhabilidade e a retenção de água são fatores mais importantes que a resistência à compressão da argamassa, bem como a execução habilidosa da alvenaria, TORRESCASANA (1999).

2.5.2.2 - Aderência

A propriedade mais importante das argamassas de assentamento no estado endurecido é a aderência. Segundo SABBATINI (1986), a resistência de aderência pode ser definida como a capacidade que a interface bloco-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se. Desta resistência depende a monoliticidade da parede e a resistência da alvenaria frente a solicitações provocadas por: deformações volumétricas (por exemplo: retração hidráulica e dilatação térmica); carregamentos perpendiculares excêntricos; esforços ortogonais à parede (cargas de vento), etc.

Conforme Davison apud FRANCO (1988), as propriedades mecânicas das argamassas endurecidas são importantes, porém a resistência de aderência

entre a argamassa e os blocos é entre todas a de maior importância. A aderência influencia o desempenho da parede em diversos de seus requisitos. Assim a má aderência implica em má resistência à tração, flexão, cisalhamento, durabilidade e estanqueidade. Conforme Hoath et Ali apud FRANCO (1988), uma argamassa com cal, comparada com uma argamassa de cimento de mesma resistência, produz paredes de maior resistência à compressão, e atribue-se este fato ao maior potencial de aderência que a primeira possui.

2.5.2.3 - Resistência a compressão

Segundo FRANCO(1988), a resistência à compressão da argamassa pouco influencia a resistência à compressão da alvenaria.

No gráfico 2 se pode observar que com a gradual diminuição da quantidade de cimento na argamassa, ocorre uma drástica diminuição na resistência à compressão da argamassa, mas uma pequena influência na resistência da alvenaria.

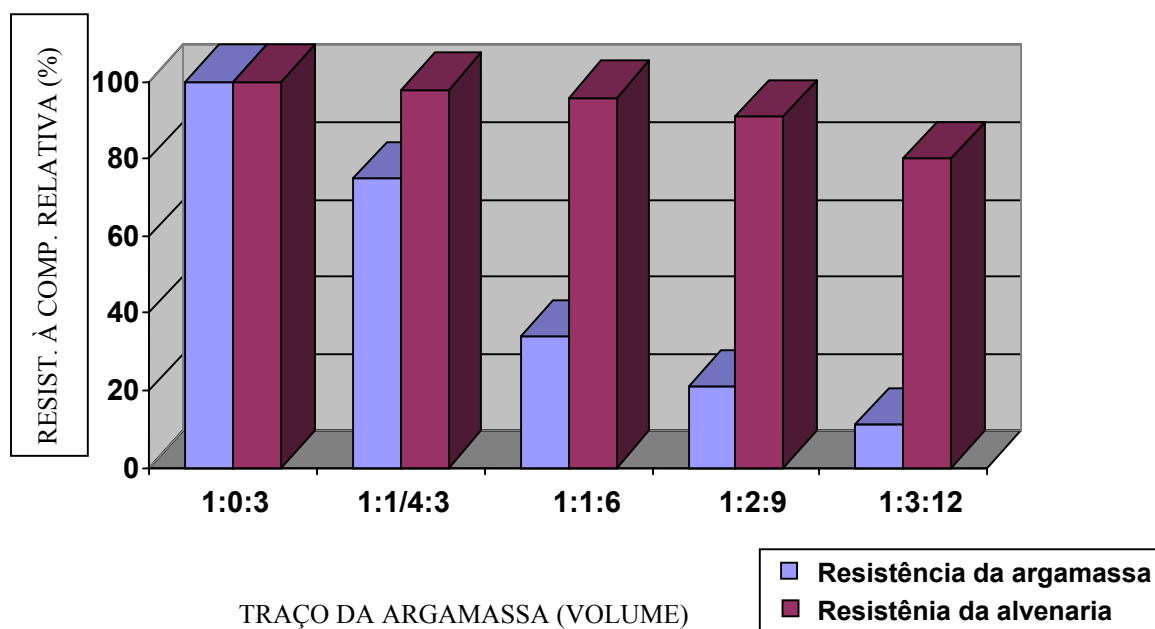


Gráfico 2 – Efeito da diminuição da resistência à compressão da argamassa na resistência à compressão da alvenaria, FRANCO (1988).

2.5.2.4 - Durabilidade

A durabilidade conforme MARTINELLI e HELENE apud TORRESCASANA (1999), não é uma propriedade principal das argamassas, mas sim uma decorrência das diversas condições externas e internas de exposição.

A integridade das argamassas poderá ser comprometida por alguns fatores, entre os quais: retração de secagem, absorção de água de chuva, temperaturas de congelamento, choque térmico e agentes externos agressivos, tanto de natureza biológica, como de natureza atmosférica. No caso da retração por secagem, os efeitos negativos para a durabilidade acontecem no desempenho da alvenaria, pois pode provocar fissuras prejudiciais.

2.5.2.5 - Influência da mão-de-obra na argamassa

As argamassas fabricadas em obra, dependem muito da boa qualidade e cuidado da mão-de-obra. O procedimento e a habilidade na confecção da argamassa e na execução da alvenaria são importantes fatores que determinarão a qualidade do conjunto argamassa – substrato, principalmente no mecanismo da aderência.

Conforme FRANCO (1988), os principais defeitos da mão-de-obra são:

- a) Incorreto proporcionamento e mistura da argamassa;
- b) Ajuste incorreto da sucção dos blocos;
- c) Formação incorreta das juntas;
- d) Movimentação dos blocos após colocação;
- e) Perda de alinhamento, prumo e nível;
- f) Condições desfavoráveis de cura.

2.6 - Tipos de argamassas

2.6.1 - Argamassas a base de cal

A pasta de cal hidratada é uma suspensão coloidal de hidróxido de cálcio, que se acumula entre os grãos de areia, proporcionando trabalhabilidade e retenção de água ótima, em relação a outros tipos de argamassa. A obtenção da resistência ocorre de forma lenta, requerendo além disto manutenção de umidade, pois ela endurece inicialmente por perda de água para os blocos. Por este motivo, ela não é recomendada para assentamento de alvenarias, TORRESCASANA (1999).

2.6.2 - Argamassa a base de cimento portland

As argamassas de cimento adquirem resistência elevada com rapidez e portanto suportam com facilidade as cargas da construção. Há restrição ao uso deste tipo, porque esta velocidade de cura leva as argamassas de pouca trabalhabilidade e argamassas ricas em cimento, além de antieconômicas, podem prejudicar o comportamento da alvenaria pela sua rigidez excessiva. Seu uso fica restrito a existência de blocos com elevada resistência ou em Fundações, TORRESCASANA (1999).

2.6.3 - Argamassas mistas

A maioria dos pesquisadores têm concluído que as argamassas feitas com apropriadas proporções de cal e cimento possuem propriedades e vantagens das argamassas feitas com cada material.

CINCOTTO apud TORRESCASANA (1999), lembra que a função da argamassa de assentamento é solidarizar os componentes de alvenaria, distribuir as cargas uniformemente, absorvendo as tensões de movimentação da estrutura e

impedindo a penetração da água da chuva. Portanto, as características no estado fresco devem ser de boa trabalhabilidade, facilitando sua aplicação e preenchendo os vazios, e de elevada retenção de água, não tendo o endurecimento prejudicado por componentes muito absorventes. No estado endurecido, deve ter boa aderência, deformabilidade, impermeabilidade e boa resistência à compressão.

Estas características serão obtidas com o proporcionamento adequado de cimento, cal e areia.

Segundo KAZMIERCZAK apud TORRESCASANA (1999), o melhor desempenho das argamassas mistas deve-se a diminuição da tensão superficial da pasta, pois as partículas de cal têm maior capacidade de adsorção, formando um gel na superfície e lubrificando os grãos pelo alto grau de finura, resultando uma argamassa com melhor desempenho, principalmente quanto à passagem de água.

Quanto às proporções mais convenientes, o BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT apud TORRESCASANA (1999), recomenda que uma argamassa deve ter 1:3 de aglomerante e agregado, em volume. Tal proporção faz com que a pasta de cal e cimento preencha totalmente os vazios dos grãos. A variação de proporção entre cimento e cal irá apresentar pequena influência nas características da argamassa no estado fresco, sendo mais notável nas propriedades do estado endurecido.

2.7 - Patologias das argamassas

Atualmente no Brasil, não há dados suficientes para se avaliar os problemas gerados por deficiências das argamassas de assentamento. Deve-se salientar que tais argamassas - podem ser de origem de problemas patológicos, sendo importante a sua relação com outros componentes da alvenaria como as unidades utilizadas e o tipo de revestimento.

De acordo com SOLÓRZANO apud TORRESCASANA (1999), as origens dos problemas são, geralmente:

- a) Uso de materiais inadequados;
- b) Dosagem não apropriada;
- c) Falta de controle na produção ou controle insuficiente;
- d) Defeitos de execução;
- e) Condições de cura;
- f) Mão-de-obra não qualificada.

Ainda, segundo o mesmo autor, a durabilidade da argamassa é definida como a capacidade que ela tem de preservar os requisitos a ela impostos, e é influenciada comumente por fatores de origem externa, tais como:

- a) Penetração de água de chuva;
- b) Eflorescências;
- c) Agentes corrosivos externos (ataque químico);
- d) Choques térmicos;
- e) Ciclos de congelamento e degelo (não acontece no Brasil);
- f) Mudanças de volume devido a: retração no processo de hidratação, retração no processo de secagem, umidade e temperatura.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Materiais utilizados e métodos

3.1.1 - Argamassa

O trabalho apresenta diagnóstico sobre as argamassas de assentamento, na qual, estas foram coletadas em oito obras correntes da cidade de Ijuí, sendo que nas referidas obras também foram coletadas os materiais (cimento, cal e areia) que compuseram a argamassa, para serem caracterizados fisicamente através dos ensaios de massa unitária, massa específica e composição granulométrica.



Figura 2 – OBRA B



Figura 3 – OBRA C

3.1.2 - Caracterização das argamassas endurecidas

3.1.2.1 - Ensaio realizado

Com o objetivo de conhecer as características físico-mecânicas (NBR 5739) das argamassas em estudo, realizaram-se ensaios para avaliação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos ($\varnothing = 5 \text{ cm}$ e $h = 10 \text{ cm}$). As seguintes idades foram ensaiadas: 7, 14 e 28 dias.

Para cada obra estudada, moldaram-se 6 corpos de prova. Em cada idade pré-determinada ensaiaram-se 2 corpos de prova à compressão (NBR 7215). A moldagem e cura dos corpos de prova foram realizados de acordo com as determinações da NBR 9479.

Os corpos de prova foram submetidos a partir de um dia de idade à cura padrão em água saturada de cal até a véspera do ensaio, quando eram retirados da água para secagem superficial permitindo o posterior capeamento com uma mistura quente a base de enxofre.



Figura 4 – Moldagem do corpo de prova cilíndrico

3.1.3 - Unidades de alvenaria

Nos estudos experimentais empregaram-se tijolos e blocos utilizados nas obras pesquisadas, sendo que os mesmos são provenientes das olarias da região.

TABELA 3 - Unidades de alvenaria empregada em cada obra

OBRA	CERÂMICA
A	Bloco 6 furos
B	Maciço

C	Maciço
D	Maciço
E	Maciço
F	Maciço
G	Maciço
H	Maciço

3.1.3.1 - Ensaio realizado

3.1.3.1.1 - Resistência à compressão

Empregou-se o procedimento indicado na NBR 6460, para avaliação da resistência à compressão das unidades de alvenaria.

O corpo de prova é confeccionado serrando ao meio um tijolo (caso maciço), perpendicularmente à sua maior dimensão, e ligando as duas metades através das faces maiores, com uma argamassa de cimento e areia (1:1) de pequena espessura. A seguir, empregando a mesma argamassa, é feita a regularização das faces onde é aplicado o carregamento.

No caso dos blocos de 6 furos é executado somente a regularização das faces onde é aplicado o carregamento.

Após seis dias da confecção dos corpos de prova, os mesmos são imersos em água e após 24 horas retirados, secados superficialmente e ensaiados.

Para cada obra pesquisada foram confeccionados 7 prismas para avaliação da resistência à compressão.

Resultados na tabela 6, capítulo 4.

3.1.3.1.2 – Resistência dos Prismas

Os prismas foram moldados com 2 blocos ou tijolos, mantendo-se uma junta de assentamento constante de 1 cm, onde a argamassa da junta era a mesma utilizada na obra pesquisada. Foram confeccionados 3 prismas para cada obra em pesquisa.

Após a moldagem dos prismas é feita a regularização das faces onde é aplicado o carregamento. Contudo antes da ligação e regularização dos blocos ou tijolos, os mesmos foram colocados em imersão total em água a face que ficaria em contato com a argamassa, num período determinado de 10 minutos. Os prismas foram ensaiados aos 28 dias.

Resultados na tabela 7, capítulo 4.

3.1.3.1.3 - Aderência na alvenaria

3.1.3.1.3.1 - Confeção dos prismas

Foram moldados prismas de 3 blocos ou tijolos, mantendo-se uma junta de assentamento constante de 1 cm, sendo que a argamassa intermediária era a mesma utilizada na obra pesquisada. Foram confeccionados 3 prismas para cada obra em pesquisa, sendo o rompimento dos mesmos aos 28 dias de idade.

A moldagem dos corpos de prova foi executada por um único operador, em virtude de se procurar manter sempre o mesmo procedimento de execução, para não comprometer os ensaios por falhas de execução.

Durante a moldagem, antes da aplicação da argamassa, os blocos ou tijolos eram colocados em imersão total em água durante 10 segundos, para que os mesmos não absorvessem a água de amassamento da argamassa.

Também tinha-se o cuidado de manter-se sempre a mesma espessura da junta de assentamento, assim como o prumo e o nível dos blocos. Os mesmos permaneceram em ambiente laboratorial após a confecção, até a data prevista para ruptura.

4 - RESULTADOS

4.1 – Resultados dos ensaios de caracterização dos materiais (cimento, cal, areia)

Os dados de massa unitária (NBR 7251) e massa específica (NBR 9776) estão ilustrados na Tabela 3. Na tabela 4, é apresentado o módulo de finura da areia, assim como o seu diâmetro máximo.

TABELA 4 - Massa Unitária e Massa Específica do cimento, cal e areia.

OBRA	Características Físicas					
	Cimento Votoram CP IV – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
A	0,923	2,788	0,68	2,421	1,5719	2,5806

OBRA	Características Físicas					
	Cimento CAUÊ CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
B	1,11	3,107	0,68	2,421	1,5795	2,6008

OBRA	Características Físicas					
	Cimento Votoram CP II – F32		Cal Hidratada Primor Comum		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
C	0,989	2,969	0,709	2,3225	1,506	2,5773

OBRA	Características Físicas					
	CimentoVotoram CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
D	1,117	3,114	0,68	2,421	1,6102	2,561

OBRA	Características Físicas					
	CimentoCAUÊ CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
E	1,17	3,043	(1)	(1)	1,6273	2,5806

OBRA	Características Físicas					
	CimentoCAUÊ CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
F	0,833	2,747	0,68	2,421	1,5502	2,584

OBRA	Características Físicas					
	CimentoVotoram CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
G	1,122	3,168	(1)	(1)	1,5904	2,5907

OBRA	Características Físicas					
	CimentoVotoram CP II – F32		Cal Hidratada Primor Extra		Areia	
	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)	Massa Unitária Solta (Kg/dm ³)	Massa Específica (Kg/dm ³)
H	0,86	2,661	(1)	(1)	1,575	2,5707

* (1) – Nesta obra foi utilizado Alvenarite

TABELA 5 - Módulo de Finura e Diâmetro Máximo da areia.

Composição Granulométrica da Areia – NBR 7217		
OBRA	Diâmetro Máximo (mm)	Módulo de Finura
A	2,4	1,9524
B	1,2	1,8987
C	1,2	1,78405
D	4,8	2,7661
E	4,8	2,9228
F	1,2	1,3256
G	1,2	1,8343
H	2,4	2,3625



Figura 5 – Ensaio de caracterização da areia

4.2 - Ensaio com argamassas

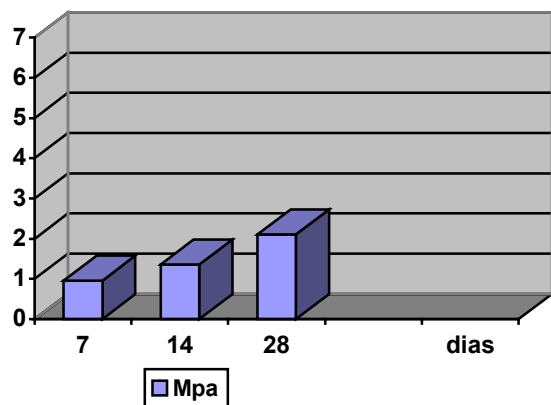
Conforme descrito anteriormente, utilizou-se as argamassas coletadas em oito obras correntes na cidade de Ijuí/RS, com os corpos de prova sendo testados

em três idades, aos 7, 14 e 28 dias, estando os resultados dos ensaios de compressão axial ilustrados na tabela 5

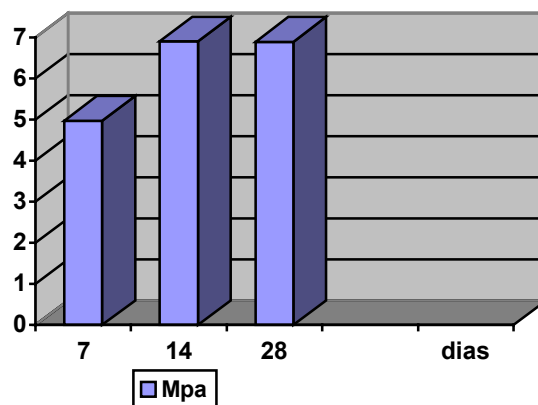
TABELA 6 - Resultados de resistência à compressão axial da argamassa.

OBRA	TRAÇO	fa (Mpa)											
		7 dias				14 dias				28 dias			
		Cp 1	Cp 2	Média	C.V.%	Cp 1	Cp 2	Média	C.V.%	Cp 1	Cp 2	Média	C.V.%
A	1:1:6	0,91	1,00	0,955	6,66	1,41	1,29	1,35	6,28	1,94	2,28	2,11	11,39
B	1:1:6	4,97	4,98	4,975	0,14	7,00	6,81	6,905	1,94	7,61	6,31	6,96	13,21
C	1:2:9	2,09	2,16	2,125	2,33	2,99	2,93	2,96	1,43	4,12	4,51	4,315	6,39
D	1:2:8	2,48	2,41	2,445	2,0	2,94	2,84	2,89	2,45	3,03	3,23	3,13	4,52
E	1:7	1,44	1,60	1,52	7,44	1,62	1,66	1,64	1,72	1,92	1,88	1,90	1,49
F	1:1:5	2,69	2,37	2,53	8,94	2,45	2,51	2,48	1,71	2,58	3,18	2,88	14,73
G	1:8	0,58	0,57	0,575	1,23	0,90	0,99	0,945	6,73	1,08	1,26	1,17	10,88
H	1:8	1,01	1,38	1,195	21,89	1,87	1,95	1,91	2,96	2,50	2,34	2,42	4,67

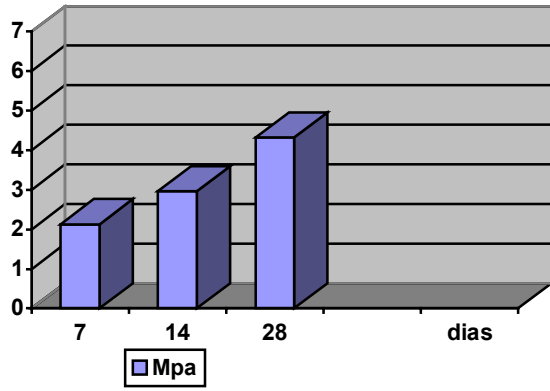
Gráfico 3 - Resistência à Compressão Axial das Argamassas



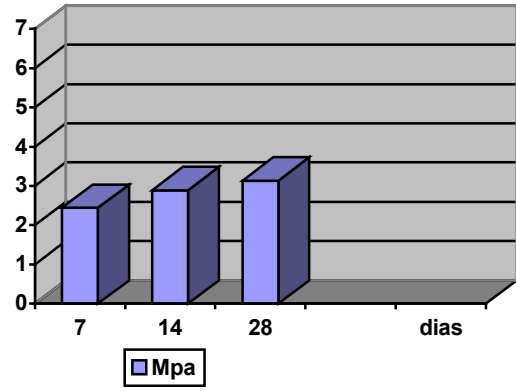
OBRA A



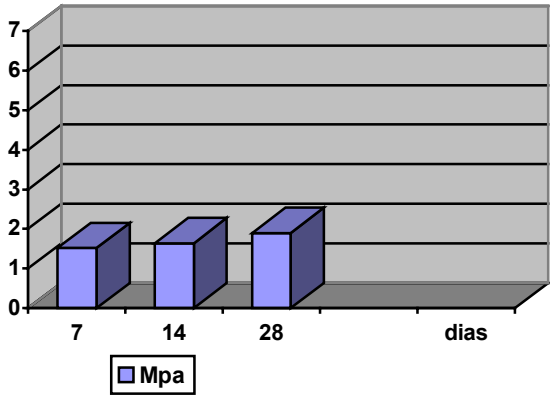
OBRA B



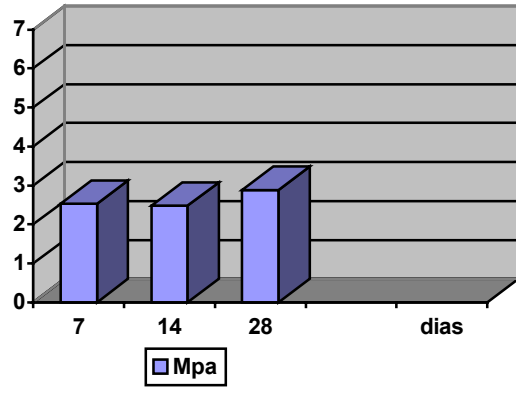
OBRA C



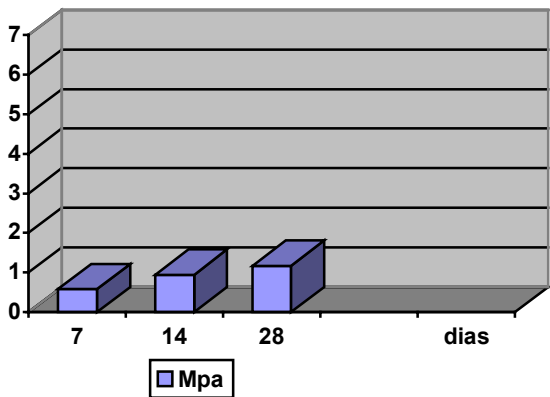
OBRA D



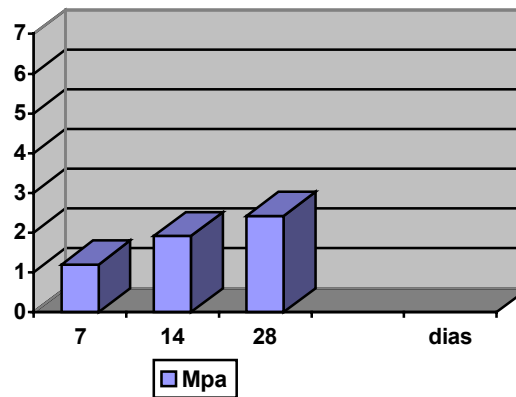
OBRA E



OBRA F



OBRA G



OBRA H

4.3 - Unidades de alvenaria

4.3.1 – Resistência à Compressão dos Blocos e Tijolos

Como já foi citado, para cada obra pesquisada foram confeccionados 7 corpos de prova para avaliação da resistência à compressão. Sendo que os resultados estão descritos na tabela 6.

TABELA 7 – Resultados da resistência à compressão do bloco.

OBRA	Cp (Mpa)								Média	C.V. %
	1	2	3	4	5	6	7			
A	0,21	0,26	0,34	0,35	0,34	0,69	0,91	0,44	58,06	
B	14,58	10,04	13,32	12,91	13,17	14,44	11,28	12,82	11,87	
C	11,66	19,38	15,91	13,26	8,10	9,60	9,38	12,47	32,37	
D	7,09	7,50	6,99	7,90	8,07	8,35	9,25	7,88	9,96	
E	18,63	9,38	24,67	33,98	19,67	9,96	9,17	17,92	51,93	
F	14,33	13,47	11,05	7,07	3,45	5,02	10,26	9,23	45,11	
G	9,98	7,40	11,05	10,23	10,33	8,48	11,42	9,84	14,47	
H	9,41	11,36	11,60	9,77	10,75	9,07	11,94	10,56	10,82	

* C.V. – Coeficiente de Variação

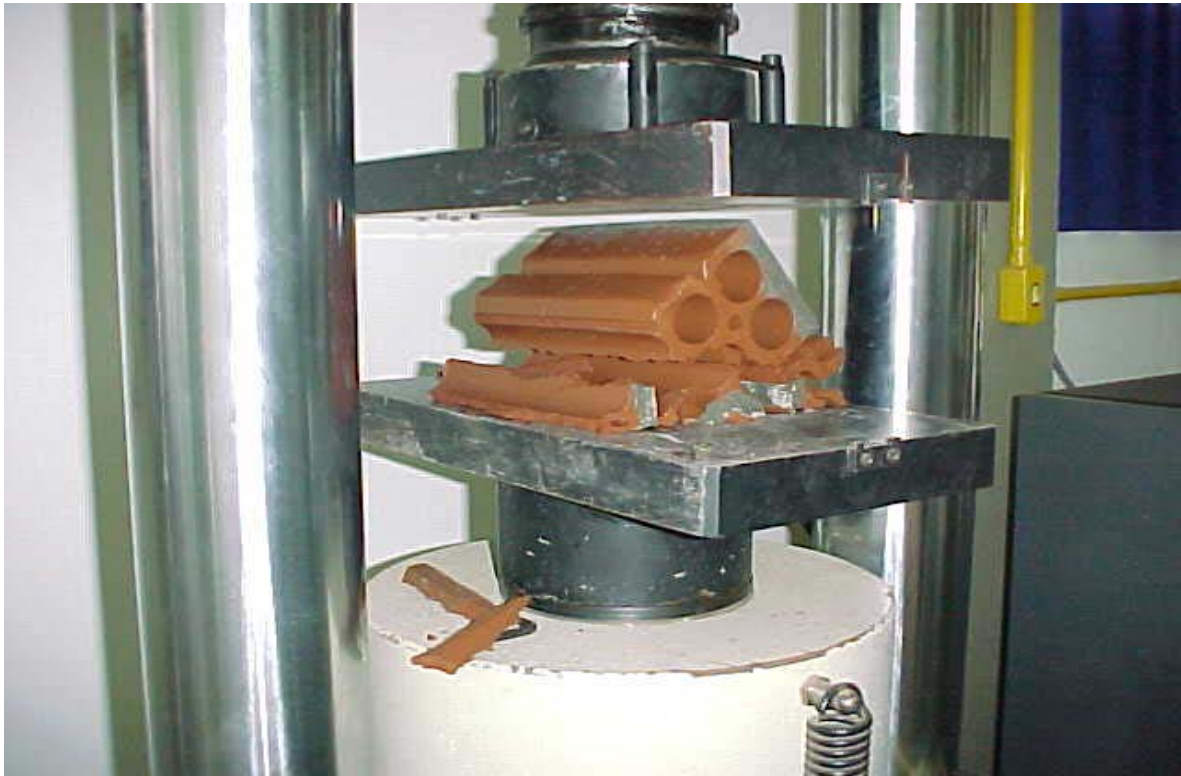


Figura 6 – Ensaio de resistência à compressão do bloco.



Figura 7 – Ensaio de resistência à compressão do tijolo.

4.3.2 – Resistência à Compressão dos Prismas

Os resultados obtidos nos experimentos sobre resistência à compressão dos prismas estão apresentados na tabela 7

TABELA 8 - Resultados da resistência à compressão do prisma.

OBRA	TRAÇO	Cp (Mpa)				
		1	2	3	Média	C.V.
A	1:1:6	0,60	0,69	0,52	0,60	14,10
B	1:1:6	13,67	10,14	10,73	11,51	16,42
C	1:2:9	11,67	15,49	6,42	11,19	40,68
D	1:2:8	5,98	6,62	7,32	6,64	10,09
E	1:7	16,14	23,12	10,90	16,72	36,67
F	1:1:5	13,63	9,38	13,47	12,16	19,81
G	1:8	11,36	9,85	8,00	9,74	17,28
H	1:8	8,51	9,37	8,53	8,80	5,58

* C.V. – Coeficiente de variação



Figura 8 – Ensaio de resistência à compressão do prisma (bloco).



Figura 9 – Ensaio de resistência à compressão do prisma (maciço).

TABELA 9 -.Fator de eficiência do prisma/bloco

OBRA	Resistência (Mpa)				Fator de Eficiência
	Bloco	CV. %	Prisma	CV. %	
A	0,44	58,06	0,60	14,10	1,36
B	12,82	11,87	11,51	16,42	0,89
C	12,47	32,37	11,19	40,68	0,89
D	7,88	9,96	6,64	10,09	0,84
E	17,92	51,93	16,72	36,67	0,93
F	9,23	45,11	12,16	19,81	1,31
G	9,84	14,47	9,74	17,28	0,98
H	10,56	10,82	8,80	5,58	0,83

* C.V. – Coeficiente de variação.

4.3.3 - Aderência na alvenaria

O dispositivo de carga e apoio para o ensaio de cisalhamento direto, não confinado, da triplete (figura 10) foi similar ao proposto por RIDDINGTON et al (1991). Este tipo de prisma, com três unidades foi escolhido porque é relativamente fácil de construir e não aplica grau insatisfatório de flexão na triplete, como o modelo prescrito pelo Projeto de Norma Brasileira 2.033.04-002 (ABNT, 1990).

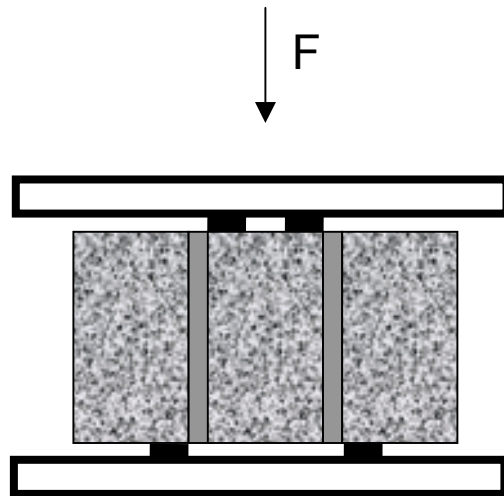


Figura 10: Dispositivo de carga e apoio da tripla.

O rompimento foi feito com uma carga sobre o bloco central, sendo os outros dois extremos apoiados sobre plano horizontal, conforme a fig. 10. A resistência de aderência foi medida pelo quociente entre a carga utilizada por 2 vezes a seção transversal média do bloco central. Os resultados estão apresentados na tabela 9.

$$\sigma_R = \frac{F}{2A}$$

TABELA 10 - Resultados dos ensaios de aderência.

OBRA	TRAÇO	fad (Mpa)				
		Cp 1	Cp 2	Cp 3	Média	C.V. %
A	1:1:6	0,105	0,09	0,065	0,087	23,32
B	1:1:6	0,30	0,475	0,435	0,40	22,73
C	1:2:9	0,26	0,145	0,375	0,26	44,23
D	1:2:8	0,20	0,305	0,24	0,25	21,34
E	1:7	0,355	0,475	0,27	0,37	28,09
F	1:1:5	0,435	0,455	0,215	0,37	36,15
G	1:8	0,18	0,14	0,155	0,16	12,76
H	1:8	0,07	0,055	0,07	0,065	13,32

Gráfico 4 – Resistência de aderência

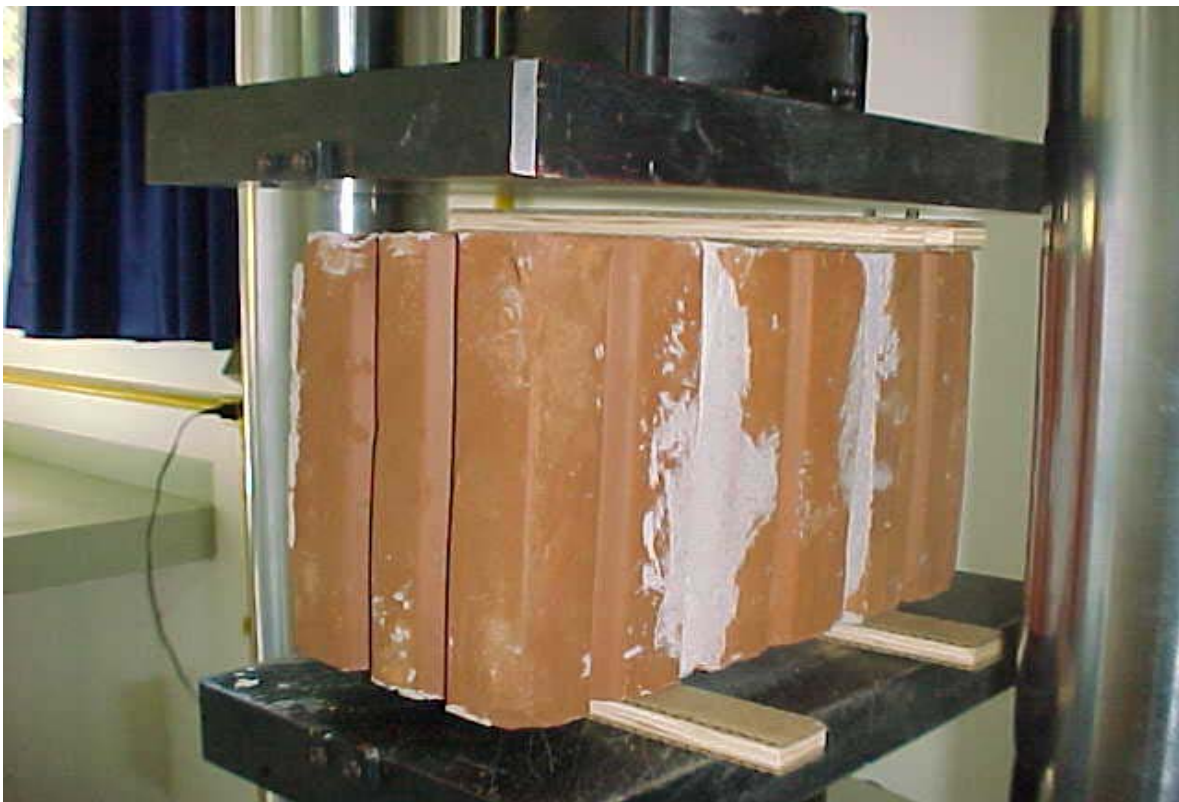
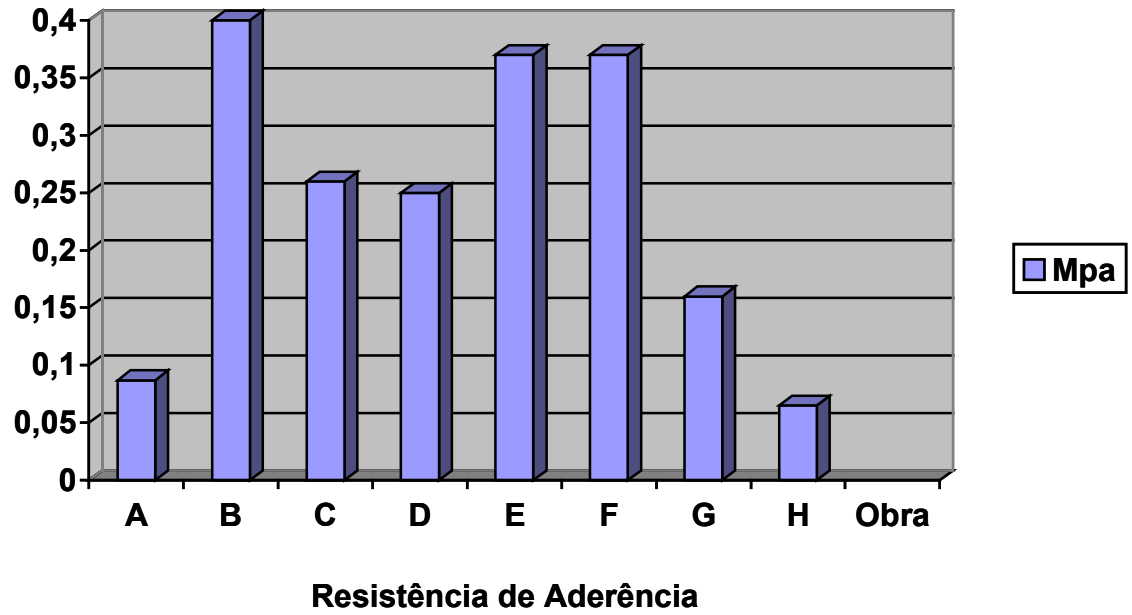


Figura 11 – Teste de aderência em prismas de blocos



Figura 12 – Teste de aderência em prismas de tijolos

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base na análise dos resultados dos ensaios e nas recomendações das bibliografias e normalização consultadas há possibilidade de afirmar:

➤ Numa apreciação geral das obras podemos constatar que a influência da mão-de-obra, na dosagem dos materiais constituintes das argamassas são feitas sem nenhum controle e quase que sempre na base do empirismo, o que reflete em muito nos seus resultados.

➤ Em geral os materiais constituintes do produto argamassa estão disponíveis, nas obras visitadas, de maneira não recomendável pois ficam expostos as intempéries e certamente, quando utilizados, terão seus efeitos admitidos em futuras patologias, simplesmente pelo descaso no seu trato.

➤ Com relação as caracterizações (físicas e mecânicas) do cimento, cal e areia poder-se-ia dizer que não existe nenhum valor que tenha discrepância a tantos outros que se conhecem em literaturas e que portanto, podem ser aprovados para produção de argamassa.

➤ No que se refere aos elementos cerâmicos coletados nas obras, podemos constatar, quase com unanimidade, que os resultados se apresentam com grande variação de resistência ficando, em quase todos, difícil de enquadrá-los nas normativas.

➤ Através de análise dos resultados da argamassa em si podemos verificar que, apesar do traço apresentar certa uniformidade, os valores médios variam, em muitas vezes, acima das resistências médias dos blocos, o que possivelmente irá influir nos resultados da relação prisma/bloco e aderência.

➤ Ao verificarmos tabelas correspondentes à resistência média do bloco e resistência média dos prismas podemos observar que esta relação prisma/bloco denominado fator de eficiência, os resultados se apresentaram elevados, se comparados aos encontrados em trabalhos realizados em laboratórios de pesquisa. É importante acrescentar que esta relação realmente pode variar de acordo com seus substratos.

➤ A resistência de aderência (cisalhamento) obtida para as oito obras pesquisadas mostrou-se boa para obras B, C, D, E, F e G, no valor médio de 0,30 Mpa, sendo que as obras A e H tiveram grande variação em média de até 0,07 Mpa, portanto inferior ao obtido anteriormente. Esta variação aproximada de 25 % do maior valor médio deve ser investigada com maior profundidade para os diferentes tipos de traços.

➤ Tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho e sentindo certa dificuldade em concluir análise sugere-se a realização, para outros colegas de TCC, novas investigações.

Neste sentido referem-se:

- * Análise aprofundada da composição de argamassa em obras.
- * Sugerir para obras em Ijuí/RS, um traço, que possa uniformizar o assentamento dos blocos.
- * Apresentar a profissionais da área, o real valor do “descanso” da argamassa quando utilizado a cal hidratada.
- * Determinar a resistência da aderência ao longo do tempo visando a fixação de idades inferiores e superiores a 28 dias para realização de ensaios.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland Pozolânico**: NBR 5736. Rio de Janeiro. 1991. 5 p.

- **Agregados – Determinação da composição granulométrica**: NBR 7217. Rio de Janeiro. 1987. 5p.

- **Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria – Verificação da resistência à compressão – Método de ensaio**: NBR 6460. Rio de Janeiro. 1983. 3 p.

- **Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão – Método de ensaio**: NBR 6461. Rio de Janeiro. 1983. 3p.

- **Tijolo maciço para alvenaria – Especificação**: NBR 7170. Rio de Janeiro. 1983. 4p.

- **Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação**: NBR 7171. Rio de Janeiro. 1992.8p.

- **Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão**: NBR 7215. Rio de Janeiro. 1996. 8 p.

- **Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova de argamassa e concreto – Especificações** : NBR 5736. Rio de Janeiro. 1991. 5 p.

- **Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco chapman**: NBR 9776. Rio de Janeiro. 1987. 3p.

Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária: NBR 7251. Rio de Janeiro. 1982. 3p.

CARASEK, H., **Estudo experimental em alvenaria estrutural: Resistência à compressão e resistência de aderência**. Porto Alegre, 1990. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.

CAVALHEIRO, O. P.. **Curso básico de alvenaria estrutural**. Notas de aula. UFSM, 1996.

FRANCO, L. S.. **Desempenho da alvenaria à compressão**. São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, 1988. 14p. BT – PCC 20/88.

NETO, C. S.. In: CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A., CASCUDO, H. C., **Argamassa de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio**. São Paulo, IPT, 1995.

PEDROSO, G. M., **Estudo de resistência de aderência ao cisalhamento na alvenaria estrutural**. Santa Maria, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

PETRUCCI, E. G. R., **Concreto de cimento Portland**. Porto Alegre, Ed. Globo, 1982.

SABBATINI, F. H.. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria estrutural**. Boletim Técnico 02/86. EPUSP. São Paulo, 1986.

SANTOS, M. D. F., **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: Contribuição ao uso**. Santa Maria, 1998, 162p..Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal da Santa Maria, 1998.

TORRESCASANA, C. E. N.. **Aderência: influência das condições de superfície do substrato na interface argamassa – Bloco cerâmico**. Santa Maria, 1999. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

ANEXOS

7.1 – ANEXOS
Ensaio físicos do cimento

7.2 – ANEXO
Ensaio físicos da cal

7.3 – ANEXO

Ensaio físico do agregado miúdo

7.4 – ANEXO

Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico de argamassa

7.5 – ANEXO

Ensaio de resistência à compressão dos blocos e tijolos

7.6 – ANEXO

Ensaio de resistência à compressão dos prismas

7.7 – ANEXO

Ensaio de resistência de aderência