

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**COORDENAÇÃO DE PROJETOS E NOVAS TECNOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES**  
**GUILHERME HERDT MACCARI**

**ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM SAIBRO: UM ESTUDO DAS**  
**PRÁTICAS NA REGIÃO DE TUBARÃO/SC**

**CRICIUMA, DEZEMBRO 2010**

**GUILHERME HERDT MACCARI**

**ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM SAIBRO: UM ESTUDO DAS  
PRÁTICAS NA REGIÃO DE TUBARÃO/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Pós-Graduação em Coordenação de  
Projetos e Novas Tecnologias de Edificações,  
como requisito à obtenção do título de  
Especialista.

Universidade do Extremo Sul Catarinense -  
UNESC

Orientadora Prof.<sup>a</sup> MSc. Lucimara A. S. Andrade

**CRICIUMA, DEZEMBRO 2010**

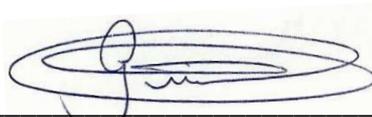
**GUILHERME HERDT MACCARI**

**ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM SAIBRO: UM ESTUDO DAS  
PRÁTICAS NA REGIÃO DE TUBARÃO/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Pós-Graduação em Coordenação de  
Projetos e Novas Tecnologias de Edificações,  
como requisito à obtenção do título de  
Especialista.

Universidade do Extremo Sul Catarinense -  
UNESC

**CRICIUMA, DEZEMBRO DE 2010.**



---

**Eng.º Guilherme Herdt Maccari**  
Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em  
Coordenação de Projetos e Novas Tecnologias de Edificações



---

**Prof.ª MSc. Lucimara A. S. Andrade**  
Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

## **RESUMO**

Com o passar dos anos, as argamassas foram evoluindo junto com a Engenharia Civil. Novas técnicas e materiais foram incorporados na confecção da argamassa para os mais variados fins e aplicações. A argamassa de assentamento exerce um papel decisivo nas funções da alvenaria de vedação, sendo indispensável à qualidade da mesma. Este estudo procura estudar as características da argamassa de assentamento confeccionada com saibro, um argilomineral facilmente encontrado na região de Tubarão/SC. O presente trabalho é do tipo experimental e foram ensaiados quatro corpos-de-prova de cinco traços de argamassa distintos. Quatro com saibro e um traço padrão com cimento, cal e areia recomendados pela literatura, a fim de verificar e comparar suas características, tais como resistência a compressão e absorção de água.

**Palavras – Chave:** Argamassa de assentamento, Saibro e Alvenaria.

## **ABSTRACT**

With passing of the years, the mortars had been evolving together with Civil Engineering. New techniques and materials had been incorporated in the confection of the mortar for the most varied ends. The nesting mortar comes to fulfill a decisive paper in the functions of the masonry, being indispensable the same one. This study seeks to study the characteristics of the mortar made of clay, a clay mineral found easily in the region of Tubarão/SC. This study it is of the experimental type and had been assayed body-of-test of varied types of traces with gross sand, and a trace with cement, lime and sand recommended in the literature in order to check and compare their characteristics such as resistance to compression and water absorption.

**Key words:** Mortar nesting, Gross sand and Masonry.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1 Histórico do uso das argamassas.....	11
2.2 Argamassas.....	14
2.2.1 Argamassas de assentamento .....	16
2.3 Materiais e componentes .....	19
2.4 Propriedades das argamassas .....	21
2.4.1 Trabalhabilidade .....	23
2.4.2 Capacidade de aderência.....	24
2.4.3 Resistência mecânica .....	25
2.4.4 Capacidade de retenção de água .....	27
2.4.5 Teor de ar incorporado .....	29
2.5 Tipos de argamassa .....	30
2.6 Argamassa de assentamento com saibro.....	32
2.6.1 Dosagem de argamassa de assentamento com saibro.....	34
<b>3 ESTUDO EXPERIMENTAL</b> .....	35
3.1 Metodologia .....	35
3.2 Caracterização dos materiais.....	36
3.2.1 Cimento.....	36
3.2.2 Agregado miúdo.....	37
3.2.3 Saibro.....	39
3.2.4 Cal .....	40

3.3 Argamassa.....	41
3.3.1 Determinação do teor de consistência.....	41
3.3.3.1 Moldagem dos corpos-de-prova.....	42
3.3.2 Resistência à compressão.....	42
3.3.3 Determinação da absorção água.....	43
3.4 Resultados .....	44
3.4.1 Resistência à compressão.....	44
3.4.2 Absorção de água.....	47
<b>4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>6 APÊNDICE .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Mesmo sofrendo certo preconceito por parte dos profissionais de Engenharia, em nossa região utiliza-se o saibro como aglomerante nas argamassas devido à experiência dos profissionais e à abundância de material encontrado na região.

Esse preconceito deriva-se da falta de conhecimento do material e até mesmo da sua incorreta utilização. Com um uso apropriado e certos cuidados, a argamassa de assentamento com saibro pode ter grande utilidade, trazer benefícios e redução de custos.

Neste trabalho, o objetivo é fazer um estudo experimental comparativo dos traços com saibro com do traço padrão com cimento, cal e areia.

Como objetivos específicos deste trabalho podemos elencar: fazer uma breve retrospectiva histórica das argamassas; realizar uma pesquisa do estado da arte das argamassas de assentamento; buscar parâmetros comparativos e recomendações sobre o uso da argamassa de assentamento com saibro.

Assim, procuramos mostrar formas de promover um ajuste na dosagem das argamassas com redução de custos e uma orientação de como introduzir o material saibro nas argamassas de assentamento.

A metodologia utilizada na elaboração do trabalho foi baseada em um levantamento bibliográfico sobre o tema de argamassa de assentamento e envolve ainda um estudo experimental, onde foram realizados dois ensaios, à compressão e absorção de água.

Este trabalho se encontra estruturado em cinco capítulos, sendo que neste primeiro, discutiremos sobre o assunto e o tema, a justificativa do estudo e seus objetivos.

No segundo capítulo, apresentamos a revisão bibliográfica sobre o tema, mostrando um breve histórico do uso das argamassas, seus materiais e componentes e suas propriedades, além de caracterizarmos a argamassa de assentamento com saibro.

No terceiro capítulo, desenvolvemos um estudo experimental comparativo das argamassas de assentamento com saibro em relação ao traço padrão. No quarto capítulo, consta uma análise conclusiva do trabalho e algumas recomendações. No último capítulo se encontra as referências utilizadas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Alvenarias são elementos da construção civil resultantes da união de blocos sólidos, justapostos, unidos com argamassa ou não, destinados a suportar, principalmente, esforços de compressão.

As alvenarias podem ter simplesmente função de divisória e de delimitação, sendo chamadas de alvenaria de vedação ou de divisão, bem como ter função de estrutura, suportando carga de lajes, coberturas, caixas d'água, etc.

Os blocos sólidos e resistentes que constituem as alvenarias podem ser simples blocos de pedra, obtidas pela extração de pedreiras graníticas ou outros tipo de rocha, como também podem ser fabricados especialmente para esse fim, como blocos cerâmicos, de concreto, de gesso ou mesmo de vidro.

As alvenarias de blocos cerâmicos são constituídas de blocos cerâmicos furados de seis, oito ou dez furos, de furos redondos ou quadrados, que proporcionam paredes mais econômicas por apresentarem custo inferior ao do maciço, bem como sendo maiores e mais leves, propiciam maior rapidez de execução. Os blocos furados têm também um bom comportamento quanto ao isolamento térmico e acústico, devido ao ar que permanece aprisionado no interior dos seus furos. Os blocos cerâmicos podem ser assentados em pé ou deitado.

Desta forma, uma alvenaria pode ser considerada um sistema composto de dois componentes, o bloco e a junta de argamassa, e a influência desta no desempenho funcional da alvenaria é considerado crítico, especialmente se a parede for externa e sem revestimento.

Segundo o Código Walling apud Sabbatini (1986):

“As funções principais das juntas de argamassas em uma parede de alvenaria são: Unir com solidez as unidades de alvenaria e ajudá-las a resistir aos esforços laterais, distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos, absorver as deformidades naturais a que a alvenaria estiver sujeitas, selar as juntas contra a penetração de água de chuva”.

Como visto, as argamassas de assentamento têm uma influência crítica no desempenho funcional de uma parede. No entanto, no Brasil esta influência não tem sido corretamente compreendida e o conhecimento das argamassas vem sendo absolutamente negligenciado.

Neste trabalho, nosso objetivo se limita a estudar argamassas destinadas a assentamento de alvenaria de blocos cerâmicos revestidas, sem função estrutural.

## **2.1 Histórico do uso das argamassas**

O homem, buscando melhor qualidade de vida e proteção, começou a sair das cavernas para edificar abrigos mais sólidos, capazes de resistir às ações de predadores e fenômenos da natureza. Alguns povos desenvolveram a técnica de arrumar as pedras umas sobre as outras, já outros partiram para o desenvolvimento de argamassa. (OLIVEIRA; COUTINHO; apud GOMES 2002).

Apesar da pouca informação disponível, consta em registro que a argila foi o primeiro aglomerante a ser utilizado para a confecção de argamassa.

“Ao que se sabe, o primeiro material que provavelmente exerceu a função de unir os elementos de uma alvenaria foi a argila molhada, que unia blocos feitos do mesmo material, os quais eram moldados e secos ao sol.” (OLIVEIRA apud MARTINELLI e HELENE, 1991)

Segundo Martinelli e Helene (1991), “Muito pouco se tem registrado sobre os usos das argamassas na história das construções civis, porém algumas menções são esporadicamente encontradas em relatos sobre arqueologia ou sobre história da arquitetura”.

Há cerca de 2000 A.C., o betume foi muito utilizado para solidificar os componentes de alvenaria, tornando-a mais eficiente devido sua propriedade de impedir infiltrações, prática essa vista em muitos edifícios da Babilônia.

Bem mais tarde, no Império Romano, usando a característica vulcânica de seu solo, difundiu-se nas construções a descoberta do “efeito pozolânico”, com o uso de cinzas e cal, originando-se assim o histórico “concretum”.

Segundo Sampaio, apud Gomes (2002), “no Brasil, em 1535 deu-se início ao povoamento da cidade de Salvador com construções tipicamente indígenas, ou seja, construídas com madeira e palha. Quando o Reino Português decidiu construir uma cidade forte, trouxe Tomé de Souza que trouxe uma nova tecnologia diferente da utilizada pelos índios. Ainda trouxe consigo pessoal qualificado para o serviço”.

Ainda de acordo com Gomes (2002), a cidade de Salvador foi construída à base da utilização de cal, pedra e adobes, tijolos e telhas cerâmicas, tornando-a mais duradoura e confortável. O uso destes materiais passou a ficar cada vez mais freqüente, até porque são facilmente encontrados e por possuírem características favoráveis à construção.

Tem-se registro que, no início das construções com argamassa, a mesma era quase toda composta por argilominerais, não possuindo material calcário e caracterizando assim uma argamassa bastarda.

Segundo análise feita pelo NTPR (Núcleo de Tecnologia da Preservação e Restauração) “nas amostras de argamassas do século XVI até o início do XX, pode-se afirmar que 80% das misturas utilizadas nas construções eram bastardas”. (OLIVEIRA, Apud GOMES, 2002).

A utilização da cal na argamassa tem seu início no ano de 1550, na cidade de Itapirica, onde foram descobertos alguns depósitos de calcário; assim, o revestimento e as estruturas das edificações foram beneficiados.

Somente nos meados de 1800 de nossa era, o cimento Portland é descoberto e processado industrialmente (MARTINELLI e HELENE, 1991)

“Durante muitos anos a produção e aplicação das argamassas não sofreram modificações, até que em 1812, Vicat formulou um material com propriedades hidráulicas, resultado da calcinação conjunta de calcário com argila. Este produto foi patenteado posteriormente por Joseph Aspdin, com a denominação de cimento Portland.” (OLIVEIRA, COUTINHO, NEVILLE, apud GOMES, 2002).

Abaixo segue uma escala cronológica dos materiais utilizados.

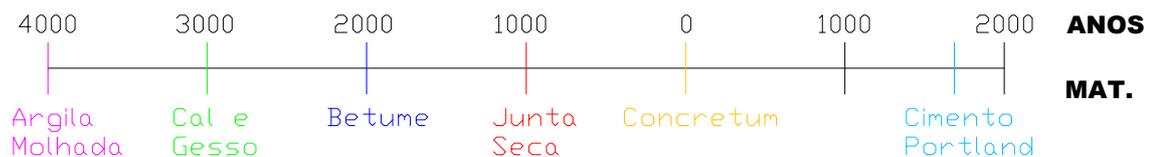


Figura 1: Escala cronológica dos materiais usados como argamassas.  
Fonte: Martinelli e Helene, 1991.

Iniciava-se uma nova era na construção civil, introduzindo o cimento nas argamassas e ao concreto, tornando possível a construção de edificações com maior número de pavimentos e de muitas outras obras graças ao concreto armado.

## 2.2 Argamassas

A NBR-7200/1998 define argamassa como a mistura de aglomerantes e agregados miúdos com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. As argamassas constituem uma mistura dosada de cimento e ou cal, areia e água, dependendo do local de aplicação da argamassa, podendo ser acrescida à mistura um outro agregado miúdo, como o saibro. As argamassas, assim como o concreto, também possuem a forma plástica nas primeiras horas e endurecem com o tempo, ganhando resistência e durabilidade.

Para argamassas de assentamento, basicamente a característica exigida é a resistência a esforços mecânicos, enquanto que para argamassa de revestimento, são fundamentais características tais como trabalhabilidade, aderência e deformabilidade (quando endurecidas) tendo a resistência uma importância secundária.

Esta mistura de aglomerantes, agregados miúdos e água, têm a função de adquirir endurecimento e aderência conforme a utilização da mesma, variando muito a sua dosagem. Empregada no assentamento de alvenarias e na execução de revestimentos, a argamassa deve atender, basicamente, aos seguintes requisitos: economia, poder de incorporação de areia, plasticidade, aderência, retenção de água, homogeneidade, compacidade, resistência à infiltração, à tração e à compressão e durabilidade. Cada tipo de emprego exige diferentes características e propriedades, compatíveis ao seu uso.

Elas são utilizadas para unir com solidez os elementos de alvenaria e ajudar a resistir aos esforços laterais, distribuir com uniformidade as cargas que atuam na parede por toda a área resistente aos elementos de alvenaria, absorver as deformações que a alvenaria sofre naturalmente, selar as juntas contra a penetração de água da chuva e dar acabamento como reboco nos tetos, pisos, nos reparos de obras de concreto, etc.

De acordo com a quantidade de materiais na mistura, as argamassas podem ser:

– Gordas ou ricas, quando a quantidade de aglomerante é maior que a necessária para preencher os vazios deixados pelos agregados.

– Magras ou pobres, quando a quantidade de aglomerante não é suficiente para preencher os vazios.

De acordo com o número de materiais ativos, pode-se ter:

– Argamassa simples, em que apenas um dos elementos é ativo.

– Argamassa composta, que possui dois materiais em atividade.

A classificação nacional das argamassas de assentamento e de revestimento é regida pela norma NBR 13281 - *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos*, da ABNT, de 2005. Como requisitos de classificação estão nela especificados: resistência à compressão, densidade de massa aparente endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, densidade de massa não estrado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração.

O Quadro 01, prescreve os valores de resistência à compressão e retenção de água.

<b>Método de Ensaio</b>	<b>Resistência à Compressão (Mpa)</b>	<b>Classe</b>
Resistência à compressão (NBR 13 279 /2005)	≤ 2,0	P1
	1,5 a 3,0	P2
	2,5 a 3,0	P3
	4,0 a 6,5	P4
	5,5 a 9,0	P5
	> 8,0	P6
<b>Método de Ensaio</b>	<b>Retenção De Água (%)</b>	<b>Classe</b>
Rretenção de água (%) (NBR 13 277 /2005)	≤78	U1
	72 a 85	U2
	80 a 90	U3
	86 a 94	U4
	91 a 97	U5
	95 a 100	U6

Quadro 01 – Classificação da NBR 13 281/2005.

Fonte : NBR 13 281/2005.

O quadro ilustrado na página anterior, apresenta dois dos setes requisitos que a norma expõem, desse modo a classificação de uma argamassa segundo o quadro acima seria “P2,U3” para uma argamassa que possua em suas características, uma resistência à compressão de 1,5 a 3,0 MPa e possua um valor de retenção de água entre 80 a 90% .

“A revisão da norma NBR 13 281, ocorrida em 2001, transformou-a de uma norma de recebimento do produto argamassa industrializada para uma norma de requisitos de qualidade de argamassa, agora contemplando não somente a argamassa industrializada, mas as argamassas de assentamento e revestimento, independente da forma de preparo, industrializada ou em obra, mantidos os requisitos e critérios definidos anteriormente”. (NAKAKURA e CINCOTTO, 2004).

Nakakura e Cincotto (2004), comentam que, para que a norma seja estendida a argamassas em geral, deve-se dispor de dados de todos os tipos de argamassa, levando em conta culturas regionais, levantamento ainda não realizado. Por outro lado, é necessário que os métodos de ensaio sejam padronizados para todos os tipos de argamassa.

### **2.2.1 Argamassa de Assentamento**

Ao longo do tempo, independente do tipo de material ou do uso dado, foram exigidas sempre as mesmas funções básicas das argamassas: resistir, unir, vedar, regularizar e proteger.

“Resistir, distribuindo os esforços mecânicos atuantes, é função precípua da argamassa no assentamento estrutural. Unir componentes de uma alvenaria é função básica no assentamento, tanto estrutural como convencional; sendo que a função de unir pode ser estendida às argamassas de revestimento, como chapisco, que, como camada intermediária, não deixa de ser responsável pela boa união entre a alvenaria e camadas posteriores do revestimento”. (MARTINELLI e HELENE, 1991)

Segundo Selmo apud Martinelli e Helene (1991), “para as argamassas utilizadas em assentamento de acabamentos ou revestimento, além de unir, são esperadas as funções de vedar a luz, calor e ruídos”.

Segundo Davison apud Sabbatini (1986), “a função da argamassa é somente uma, a de unir as unidades de alvenaria constituindo um todo monolítico”.

Para uma melhor visualização das funções das argamassas descritas pelos autores, constituímos o Quadro 02.

<b>USOS</b>	<b>FUNÇÕES</b>
Assentamento Estrutural	Suportar esforços mecânicos, unir blocos da alvenaria, fazer a vedação das juntas.
Assentamento Convencional	Unir os blocos da alvenaria e vedar juntas
Assentamento de Acabamentos	Unir elementos de acabamento ao substrato

Quadro 02: Usos e funções das argamassas.

Fonte: Do autor, baseado em Martinelli e Helene, 1991.

Devido às mais diversas aplicações e funções que as argamassas são submetidas, é essencial e necessário que se faça uma diferenciação de enfoque no que diz respeito a parte de estudo das argamassas. Existe uma tendência dos técnicos em tratar a argamassa como se ela possuísse as mesmas exigências do concreto, o que não abrange todas aquelas exigidas pelas argamassas. Segundo Martinelli e Helene (1991), “talvez essa “confusão” seja mais uma das causas responsáveis pelo parco desenvolvimento do tema”.

Para que todas as funções atribuídas as argamassas no Quadro 02 sejam bem sucedidas, é necessário que as argamassas obtenham uma série de propriedades e que as mesmas sejam mantidas durante a vida útil da construção. Essas propriedades dependem diretamente do proporcionamento correto dos constituintes, da qualidade dos constituintes, das condições de preparo e ainda da forma de aplicação.

Conforme Sabattini (1986), para que as argamassas tenham a capacidade de prover as funções citadas, ela deve apresentar as seguintes características:

- ter trabalhabilidade (consistência, plasticidade e coesão) suficiente para que o pedreiro produza com um rendimento otimizado, exercendo assim um trabalho satisfatório, rápido, e econômico;
- possuir capacidade de retenção de água suficiente para que uma elevada sucção do bloco não prejudique as suas funções primárias;
- adquirir rapidamente alguma resistência após assentada para resistir a esforços que possam atuar durante a construção;
- desenvolver resistência adequada para não comprometer a alvenaria de que faz parte. Não deve, no entanto, ser mais resistente que os blocos cerâmicos que ela une;
- ter adequada aderência aos blocos a fim de que a interface possa resistir a esforços de cisalhamento e de tração;
- ser durável e não afetar a durabilidade de outros materiais ou da construção como um todo;
- possuir suficientemente resistência (baixo módulo de deformação) de maneira a acomodar as deformações intrínsecas (retração na secagem e de origem térmica) e as decorrentes de movimentos estruturais (de pequena amplitude) da parede de alvenaria, sem a apresentação de fissuras.

“Talvez a mais importante propriedade relativa ao comportamento de uma alvenaria seja a capacidade da argamassa atingir uma completa, resistente e durável aderência com os componentes. Outras propriedades também importantes são: trabalhabilidade, retenção de água, resistência a compressão e a tração”. (PLUMMER apud MARTINELLI e HELENE, 1991)

### 2.3 Materiais e Componentes

A argamassa mais utilizada nas obras é composta de areia natural lavada e os aglomerantes são, em geral, os cimentos Portland e a cal hidratada.

Aglomerantes são materiais que promovem a união dos grãos do material inerte (agregados). Funcionam como elementos ativos nas argamassas, sofrendo transformação química.

O cimento Portland é um pó fino que, em contato com a água, tem a propriedade de unir firmemente diversos tipos de materiais de construção. No mercado existem muitos tipos de cimento; a diferença entre eles está na composição, mas todos devem atender às exigências das Normas Técnicas Brasileiras.

Como um dos aglomerantes das argamassas, o cimento é responsável pela ligação das partículas soltas da massa, e conseqüentemente, por suas propriedades mecânicas, é necessário que o cimento possua uma data recente de fabricação, e que suas qualidades estejam bem descritas na sua embalagem.

A cal hidratada é comumente comercializada no Brasil em embalagens de 20 kg. Em algumas obras maiores, pode-se fazer a extinção da cal no próprio canteiro de obra, porém, esse procedimento exige espaço e principalmente demanda muito tempo.

A argamassa constituída de cal virgem deve ser preparada com antecedência à sua utilização, em média 5 dias, deixando-a em repouso para que pequenas partículas de cal virgem que não se extinguiram ainda, sofram o processo de queima, evitando que esse processo aconteça após a aplicação, o que ocasionaria danos à estrutura. Quando utilizada, a cal hidratada, não há necessidade deste procedimento.

Agregados são materiais pétreos fragmentados que atuam nas argamassas e concretos como elemento inerte (que não sofre transformação química). O material inerte é incorporado para diminuir a contração e tornar o material mais econômico.

A areia utilizada na argamassa deve estar limpa, livre de torrões de argila, galhos, folhas e raízes ou qualquer outro material orgânico, antes de ser usada.

Para a utilização da areia na argamassa de assentamento de alvenaria cerâmica, é comum utilizar areia do tipo médio (grão médio), levemente argilosa e, de modo geral, o diâmetro dos grãos mais grossos do agregado não deve passar da metade do valor da espessura das juntas. (MARTINELLI E HELENE, 1991).

Existe também a cultura de adicionar nas argamassas tipos variáveis de saibro (argila, barro) e materiais pozolânicos. O saibro, ao contrário do que lhe é atribuído, não é um material aglomerante na argamassa e, sim, agregado de elevada finura que, ao ser adicionado, melhora a trabalhabilidade. E quanto ao material pozolânico, deve-se verificar qual a sua procedência e se realmente possui atividade pozolânica, pois do contrário, este será mais um agregado na argamassa.

Aditivos são materiais que quando adicionados na mistura da argamassa, definem novas propriedades à mesma. Seu uso deve ser controlado e sua dosagem feita por um profissional especializado. Cada tipo de aditivo tem uma função característica, onde o profissional utiliza-se desse artifício para se adequar às mais inusitadas situações da construção civil.

Segundo notas de aula, são aditivos para argamassas que podem ser encontrados no mercado:

- plastificantes - aumentam a resistência com menos água no preparo;
- fluidificantes - mesmo efeito do plastificante, porém mais efetivo;

- incorporadores de ar - incorporam bolhas de ar, aumentando a impermeabilidade;
- impermeabilizantes - repelem a água;
- retardadores - retardam a pega;
- aceleradores - aceleram a pega.

## 2.4 Propriedades das Argamassas

Boynton & Gutschick apud Martinelli e Helene (1991), já dizia em 1964, que “as principais propriedades das argamassas são: durabilidade, ausência de eflorescência, aderência, estabilidade volumétrica, resistência a trabalhabilidade”.

Outro autor afirma que:

“A argamassa precisa ser facilmente trabalhável, e conseguir certa retenção de água, a fim de reduzir o labor na aplicação e garantir que tanto as juntas verticais como as horizontais sejam completamente preenchidas. Ela precisa endurecer rápido o suficiente para evitar algum atraso na produção, deve desenvolver resistência suficiente para o uso que se destina, deve aderir aos tijolos de maneira a resultar em juntas impermeáveis que evitem infiltração; deve ser durável e não afetar a durabilidade dos materiais envolvidos”.(ANDREWS apud MARTINELLI e HELENE (1991)

Analisando as opiniões de diversos autores consultados, podemos sintetizar uma relação de propriedades fundamentais das argamassas: trabalhabilidade; retenção de água; resistência mecânica inicial; estanqueidade; resistência mecânica final; aderência; estabilidade volumétrica e capacidade de assimilar deformações.

Nas propriedades acima, as três primeiras referem-se ao estado fresco da argamassa e as demais, ao estado endurecido.

Após análise das principais propriedades requeridas, montamos o Quadro 3 que é um complemento do Quadro 02.

USOS	CARACTERÍSTICA
Assentamento Estrutural	Trabalhabilidade, retenção de água, resist. mec.inical, resist. mec. final, estabilidade vol. e capacidade de assimilar deformações.
Assentamento Convencional	Trabalhabilidade, retenção de água, resist. mec.inical, estabilidade vol. e capacidade de assimilar deformações.
Assentamento de Acabamentos	Trabalhabilidade, retenção de água, aderência, estabilidade vol. e capacidade de assimilar deformações.

Quadro 03: Características das argamassas de assentamento.

Fonte: Do autor, baseado em Martinelli e Helene, 1991.

Analisando o Quadro 03, podemos verificar que as principais propriedades requeridas no assentamento de blocos, tanto estruturais como convencionais são: trabalhabilidade, retenção de água, resistência mecânica, estabilidade volumétrica e capacidade de assimilar deformações. Já para o assentamento de acabamento e revestimentos temos: trabalhabilidade, retenção de água, aderência e estabilidade volumétrica.

Assim, podemos afirmar que as propriedades que distinguem o grupo do assentamento e do acabamento são, respectivamente: resistência mecânica e aderência, sendo comum a todos os grupos as propriedades de trabalhabilidade, retenção de água, estabilidade volumétrica e capacidade de assimilar deformações.

Portanto, o Quadro 03 apresenta resumidamente, conforme o uso da argamassa, um grupo de propriedades específicas que ela deve atender.

Quanto aos requisitos de desempenho, é importante lembrar que:

“É comum, nos canteiros de obras, que haja preocupações com o comportamento do material a ser empregado, porém qualquer análise se atém, quando muito, ao custo e ao estado inicial apresentado pelo material recém-aplicado; ou seja, seu comportamento durante e logo após a aplicação. Despreza-se completamente o “como” se comportará o material ao longo da vida útil da edificação e de “como” se manterão todas as funções dele exigidas ao longo do tempo. A capacidade de um material ou subsistema de manter-se dentro de requisitos e critérios pré-estabelecidos de desempenho ao longo do tempo denomina-se durabilidade.” (MARTINELLI e HELENE, 1991)

Então, se tratando de argamassas, os requisitos de desempenho devem estar de acordo com a finalidade dada ao material, sabendo que as exigências são diferentes em cada um dos casos.

A quantificação destas características é fortemente dependente não só do tipo e composição da argamassa, mas também das características das unidades de alvenaria que ela irá unir. Em seguida, analisamos as principais propriedades das argamassas.

#### **2.4.1 Trabalhabilidade**

Davison apud Sabbatini (1986), afirma que, “a trabalhabilidade é a mais importante propriedade da argamassa no estado plástico”; e de acordo com Isberner apud Sabbatini (1986), “a trabalhabilidade é igualmente difícil de ser definida e de ser medida”.

Qualitativamente, diz-se que uma argamassa tem boa trabalhabilidade quando distribui-se facilmente ao ser assentada, preenchendo todas as reentrâncias; agarra na colher do pedreiro e, após a colocação no tijolo, não agarra mais; não segrega ao ser transportada, não endurece em contato com o bloco de sucção elevada e permanece plástica em tempo suficiente para que os blocos sejam ajustados facilmente no nível e no prumo.

Influi na consistência da argamassa a relação água/aglomerante; relação aglomerante/areia; granulometria da areia e natureza e qualidade do aglomerante.

A importância da trabalhabilidade é que, pelas suas características reológicas e por influir diretamente na qualidade do serviço do pedreiro, todas as demais propriedades desejáveis a ela se subordinam.

Segundo Davison apud Sabbatini (1986), “boa trabalhabilidade e boa retenção de água são fatores essenciais para uma máxima aderência entre as unidades de alvenaria”.

Sahlin apud Sabbatini (1986), afirma que “sem boa trabalhabilidade as chances de se ter as juntas uniformes são muito pequenas”.

Selmo apud Gomes (2002), propõe a dosagem racional de adições argilosas em argamassas de revestimentos e assentamento a partir das curvas de trabalhabilidade, que correspondem à relação entre agregados/cimento e adição/cimento em misturas experimentais: ao variar a relação areia/cimento obtém-se, empiricamente, a quantidade mínima de adição capaz de plastificar a argamassa. Cada argilomineral apresenta uma curva de trabalhabilidade específica.

Quanto maior a plasticidade das argamassas na hora do uso, maior será a sua aderência, o que é uma grande vantagem em certas aplicações. Para aumentar essa plasticidade, adiciona-se um quarto componente à mistura: pode ser cal, saibro, barro, caulim ou outros, dependendo da região. O saibro, o barro, e outros materiais locais podem ser usados de acordo com os procedimentos consagrados na região.

#### **2.4.2 Capacidade de Aderência**

A capacidade de aderência não é uma característica única da argamassa, pois ela depende também do seu material de base.

“A resistência de aderência pode ser definida como capacidade que a interface bloco-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se. Desta resistência depende a monolicidade da parede e a resistência de alvenaria frente a solicitações provocadas por deformações volumétricas (por exemplo, retração hidráulica e dilatação térmica), carregamentos perpendiculares excêntricos, esforços ortogonais à parede (carga de vento), etc.”. (SABBATINI 1986)

### 2.4.3 Resistência Mecânica

As qualidades mecânicas da argamassa devem ser tais que não apresentem forte deformação sob ação de cargas.

A argamassa resiste aos esforços horizontais que ocorrem em uma parede, como flexão e cisalhamento causado pelo vento, perpendiculares ou paralelos ao plano das paredes. Entretanto, não resiste muito bem à compressão, papel que cabe aos blocos de alvenaria.

Uma boa argamassa deve ter boa resistência mecânica, impermeabilidade, aderência, durabilidade e volume constante. Na escolha da argamassa, essas qualidades são valorizadas de acordo com as exigências da obra.

“A resistência aos esforços mecânicos da argamassa varia conforme os seguintes fatores: o traço (proporção entre aglomerante e aglomerado), granulometria do agregado, quantidade de água, compactação da massa e modo de lançamento, condições de temperatura e umidade”. (MOLITERNO, 1995)

Várias experiências têm mostrado ainda que a influência da pressão inicial sobre a argamassa pode contribuir muito para o aumento da resistência.

A resistência mecânica das argamassas está relacionada à sua capacidade de resistir a esforços de tração, compressão ou cisalhamento, decorrentes de cargas estáticas ou dinâmicas atuantes nas edificações, ou decorrentes de efeitos das condições ambientais. A resistência à compressão é a característica mais comumente determinada tanto para argamassa

de assentamento como para argamassa de revestimento. Entende-se que esta propriedade, importante para o controle de produção do cimento e adotada para a argamassa, verifica a uniformidade de produção. (NAKAKURA e CINCOTTO, 2004).

Podemos afirmar que a resistência à compressão está mais ligada à argamassa de assentamento do que com a argamassa de revestimento, pela forma a qual esta vai ser solicitada. Na argamassa de revestimento a solicitação maior é a de resistência à tração ou ao cisalhamento, pois a argamassa deve suportar esforços, evitando fissuração ou trincas no revestimento.

Os procedimentos de determinação das propriedades relativas às resistências mecânicas estão apresentados no Quadro 4.

<b>Método</b>	<b>Ensaio</b>	<b>Formato Corpo-de-prova</b>
NBR 13 279/2005	Resistência à compressão	Cilíndrico 5x10cm
NBR 13 279/2005	Resistência à tração na flexão	Prismático 4x4x16cm

Quadro 4: Procedimentos de determinação das resistências mecânicas.

Fonte: Do Autor.

A relação água/cimento tem considerável importância e está diretamente relacionada à resistência mecânica das argamassas e, alguns parâmetros que influenciam esta relação são consumo de agregado seco em relação ao consumo de cimento, a consistência conferida à argamassa e o tipo de agregado.

Davison apud Sabbatini (1986), esclarece que, talvez por causa da confusão entre concreto e argamassa de assentamento, a importância da resistência à compressão tem sido muito importante. Resistência de aderência é mais importante, bem como boa trabalhabilidade e retenção de água.

“A resistência à compressão das argamassas se inicia com o endurecimento e aumenta continuamente com o tempo. As argamassas exclusivamente de cal e areia desenvolvem uma resistência pequena e de maneira lenta e cujo valor depende muito da umidade apropriada e da adequada absorção do dióxido de carbono do ar para ser atingida. Ao contrário das argamassas de cimento, que dependem menos para desenvolver a resistência à compressão esperada nas condições ambientais”. (SABBATINI 1986)

É de Rosello apud Sabbatini (1986), a consideração de que “As medidas diretas da resistência da argamassa não são válidas para se conhecer a qualidade da obra...”.

#### **2.4.4 Capacidade de retenção de água**

A retenção de água é entendida como a capacidade que a argamassa tem de reter a água que contém quando colocado em contato com o bloco de alta sucção. Não se define retenção de água contra a evaporação.

Segundo Rosello apud Sabbatini (1986), “a capacidade de retenção de água está intimamente relacionada com a tensão superficial da pasta aglomerante. Uma argamassa tende naturalmente a conservar a água necessária para molhar a superfície dos grãos de areia e dos aglomerantes”.

“Esse requisito representa a capacidade que a argamassa possui de reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação. Essa característica é importante, pois permite a adequada hidratação do cimento, o endurecimento da argamassa de forma gradativa, garantindo o desempenho esperado no revestimento ou no assentamento”. (NAKAKURA e CINCOTTO, 2004)

Através das palavras do autor acima, para a capacidade de retenção de água é necessário aumentar a superfície específica dos constituintes ou utilizar aditivos, que por suas características absorvam a água ou impeçam a percolação da água. A cal, por possuir cristais e

uma elevada superfície específica pode ser considerada um material com boa capacidade de retenção de água.

Selmo apud Dubaj (2000), diz que “a perda da umidade desencadeia um movimento de retração gerando tensões internas de tração, o revestimento pode ou não ter capacidade de resistir a essas deformações, o que regula o grau de fissuração nas primeiras idades”.

“Uma argamassa retém naturalmente a água usada no amassamento, molhando a superfície dos grãos de areia e do aglomerante e preenchendo os vazios; o excesso de água pode sair da mistura por exsudação, evaporação ou sucção da base.” (BASTOS apud NAKAKURA e CINCOTTO, 2004).

Para determinação desta propriedade, são utilizadas duas técnicas abordadas nas normas técnicas: NBR 13277/2005 e CSTB 2669-4.

A NBR 13277/2005 tem como princípio de determinação a quantificação de água absorvida em papel-filtro colocado sobre a argamassa fresca, comprimida com um peso de 2 kg assentado sobre o papel por dois minutos, atingindo certa pressão.

O método da CSTB 2669-4 submete a argamassa fresca a uma sucção durante 15 minutos em um funil de filtração, sob a pressão de 15 mm de mercúrio. A quantidade de água retida é determinada pela diferença de massa da argamassa, antes e depois da sucção. O funil de filtração está especificado na norma ASTM C-91.

No caso do procedimento da NBR 13277/2005, a argamassa está confinada em um recipiente tendo como face exposta, somente a superior, onde a argamassa estará em contato com o papel-filtro, através do qual a água é perdida ou succionada.

A água da superfície exposta ao ambiente será somente a da exsudação, se houver.

“A argamassa terá a seu favor, para não perder essa água, a força da gravidade e a tensão gerada pelo confinamento, estando assim sob uma condição que pode ser considerada não significativa ou sensível o suficiente para avaliar esta propriedade. Por conseguinte, o que se tem observado no laboratório da ABCP é que este ensaio não diferencia argamassas que devem, certamente, ter formulações diferentes”. (NAKAKURA e CINCOTTO, 2004)

Na condição de ensaio recomendada pelo CSTB, há a favor a força da gravidade, pois a perda de água será na superfície inferior, ficando a superior livre para que não se crie a força por restrição e, por fim, a sucção por 15 minutos.

A maioria das argamassas nacionais têm retenção de água acima de 90% determinada pela NBR 13277/2005. O procedimento recomendado pelo CSTB é mais rigoroso e, talvez por isso mesmo, proporciona uma diferenciação entre as argamassas, obtendo-se valores mínimos de até 60% de retenção para as mesmas argamassas. (NAKAKURA e CINCOTTO, 2004).

#### **2.4.5 Teor de ar incorporado**

O teor de ar incorporado representa a quantidade de ar que está contido ou aprisionada na argamassa fresca. Esse ar contido dentro da argamassa influencia diretamente a densidade da massa, pois o ar possui densidade inferior que a argamassa e ocupa uma fração da sua massa.

No preparo da argamassa, o ar incorporado atinge no máximo de 3 a 4%. O preparo da argamassa influi diretamente nesses valores, pois a sua forma de manuseio e mistura alteram esses valores significativamente. A quantidade de ar incorporado pode ser aumentada com o uso de aditivos incorporadores de ar.

Segundo Nakakura e Cincotto (2004), “O teor de ar incorporado interfere diretamente em outras propriedades da argamassa, como por exemplo, a resistência à compressão”.

O procedimento para a realização desse ensaio está prescrito na norma NBR 13278/2005. A determinação dos valores é indireta e se dá na relação entre densidade de massa no estado fresco e a densidade de massa teórica, representando assim o volume de sólidos da argamassa.

Considerando que o modo de preparo e mistura influencia no teor de ar incorporado, a NBR 13276/2005 recomenda que o tempo de mistura gire em torno de 4 minutos.

## **2.5 Tipos de Argamassas**

As argamassas podem ser de cal, de cimento ou mistas, conforme o aglomerante usado. As argamassas de cimento são utilizadas em alvenaria de alicerces pela resistência exigível e, principalmente, pela condição favorável de endurecimento. São também utilizadas para chapisco pela sua resistência em curto prazo, em revestimento onde se necessita de impermeabilidade como no interior dos reservatórios.

A argamassa de cal, a mais tradicional, é constituída de cal e areia. A pasta de cal serve para preencher os vazios dos grãos de areia, assim proporcionando uma boa trabalhabilidade e retenção de água otimizada em comparação com os outros tipos de argamassa.

A argamassa de cal é utilizada em emboço e reboco, isso pela sua plasticidade, seu fácil endurecimento, elasticidade e porque consegue fazer acabamentos com maior regularidade.

Segundo Sabbatini (1986), “a argamassa de cal desenvolve resistência lentamente, e os valores máximos são pequenos, além do que, para atingir estes valores, ela requer condições ambientais específicas, como a manutenção da umidade e a garantia de acesso de dióxido de carbono durante todo o tempo de endurecimento”.

A eficiência da argamassa vai depender não só da qualidade da cal e da areia, mas também do traço certo para cada serviço. Geralmente se usa uma pouca variabilidade de traços para vários tipos de serviços, o que acontece é aumento ou diminuição do cimento nos traços, conforme o serviço a ser executado.

A argamassa de cimento possui maior resistência, mas por outro lado, possui menos trabalhabilidade; adiciona-se justamente a cal ou o saibro para aumentar a trabalhabilidade e facilitar o acabamento.

Argamassa de cimento, ao contrário da argamassa de cal, adquire resistência com muita rapidez e por isso, desenvolve sem problemas resistência adequada para suportar as cargas durante a construção.

Segundo Sabbatini (1986), “não pode se ajustar a resistência requerida para a argamassa simplesmente variando a proporção relativa de cimento e areia. Isto porque misturas pobres não possuem trabalhabilidade adequada e a mistura normal ou as ricas, além de anti-econômicas, podem vir a ser deletérias em função das condições de uso”.

As argamassas mistas podem ser utilizadas em alvenaria estrutural ou não, de tijolos ou blocos, no contrapiso, no assentamento de revestimentos cerâmicos em pisos ou paredes, no preparo de paredes e pisos para receberem revestimentos cerâmicos aplicados com argamassa colante, mas especialmente nos emboços de forro e paredes.

As funções da argamassa de assentamento são: unir com solidez elementos de alvenaria e ajudar a resistir aos esforços laterais, distribuir com uniformidade as cargas que atuam na parede por toda a área resistente aos elementos de alvenaria, absorver as

deformações que a alvenaria sofre naturalmente, selar as juntas contra a penetração de água da chuva, etc.

Devem ter boa trabalhabilidade, durabilidade e aderência aos blocos, além de resistência mecânica e retenção de água compatível com os materiais empregados na alvenaria.

## **2.6 Argamassa de assentamento com saibro**

Existem argamassas mistas de saibro, que substituem a cal. Por possuir um teor de finos relativamente elevados, o saibro garante uma boa plasticidade e trabalhabilidade para a argamassa e isso faz com que o seu uso se torne cada vez mais freqüente; além do que, em algumas regiões o seu custo se torna muito mais barato que a cal.

Por serem de materiais não processados, isto resulta em argamassas de um custo menor que as mistas. E é por esse motivo que muitos construtores da nossa região estão optando pelo uso do saibro em suas argamassas de assentamento.

Argamassa de cimento e areia lavada possui pouca “liga”, pouca aderência, sendo de difícil utilização. O saibro adicionado à argamassa lhe dá maior aderência.

A argamassa de assentamento com saibro é uma técnica utilizada há muitos anos por pessoas mais experientes na área da construção civil e, que geralmente, adquiriram esse conhecimento através da prática com outros profissionais que a utilizaram. É uma técnica bastante empírica, não existindo muitos estudos relacionados a este assunto, nem quanto a sua eficiência quanto argamassa, nem quanto ao custo, que quase sempre é o principal motivo quando da opção por esta argamassa.

Argila ou saibro é um material natural, de textura terrosa, de granulção fina, constituída essencialmente de argilominerais, podendo conter outros minerais que não são

argilominerais (quartzo, mica, pirita, hematita, etc), matéria orgânica e outras impurezas. Os argilominerais são os minerais característicos das argilas; quimicamente são silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, contendo em certos tipos outros elementos como ferro, potássio, lítio e outros.

Segundo Gomes (2002), “os argilominerais possuem partículas menores a  $2\mu\text{m}$ , por isso ajudam na plasticidade e trabalhabilidade das argamassas, isso por apresentarem uma área específica relativamente elevada. No estado endurecido, as argamassas com argilominerais possuem o mesmo comportamento que as argamassas mistas”.

Do ponto de vista granulométrico, a composição do saibro abrange partículas de pequenas dimensões e difere da composição adotada para areia constituinte do concreto e argamassa.

Graças aos argilominerais, as argilas, na presença de água, desenvolvem uma série de propriedades, tais como: plasticidade, resistência mecânica, retração linear de secagem, compactação e viscosidade de suspensões aquosas que explicam sua grande variedade de aplicações tecnológicas.

Quanto maior a plasticidade das argamassas na hora do uso, maior será a sua aderência, o que é uma grande vantagem em certas aplicações. Desta forma, o saibro, o barro e outros materiais locais podem ser usados de acordo com os procedimentos consagrados na região.

Essa técnica não é muito difundida no meio acadêmico por sofrer um certo preconceito por parte dos profissionais de engenharia.

Segundo Moliterno (1995), “A utilização da argamassa de assentamento com saibro requer alguns cuidados, e até mesmo deixaria de ser recomendada para algumas ocasiões, devido a grande probabilidade de surgirem patologias nas alvenarias construídas com essa argamassa”.

A NBR 13529 (ABNT, 1995), define adições de materiais inorgânicos naturais ou industriais finamente divididos à argamassa para modificar as suas propriedades e cuja quantidade é levada em consideração na dosagem. Define o saibro como material proveniente do granito e gnaisses, com minerais parcialmente decompostos, sendo arenosos ou siltosos, com baixo teor de argila e de cor variada. Esclarece ainda que o saibro recebe as mais variadas designações regionais, como taguá, arenoso, massara, piçarra, barro, entre outros.

### **2.6.1 Dosagem de argamassas de assentamento com saibro**

Podemos dizer que a resistência, impermeabilidade, aderência e trabalhabilidade da argamassa, dependem da proporção do cimento, areia, água e outros constituintes, como o saibro.

A dosagem da argamassa, ou seja, a proporção com que são incluídos os constituintes é chamado de traço e, geralmente, são representados pela seqüência de números que indicam proporção, seja em massa ou volume.

Segundo Chaves (1996), alguns traços recomendados para assentamento de alvenaria com blocos cerâmicos são:

- 1:3:3 (Cimento – Areia - Saibro)
- 1:4:4 (Cimento - Areia - Saibro)

Outros autores, de acordo com culturas regionais distintas, sugerem traços diferentes.

A mistura das argamassas no local da obra pode ser feita manualmente ou em betoneira. Nos dois casos, é recomendável misturar apenas a quantidade suficiente para 1 hora de aplicação. Esse cuidado evita que a argamassa endureça ou perca a plasticidade.

### **3 ESTUDO EXPERIMENTAL**

A partir do conhecimento de que em algumas empresas da região de Tubarão/SC é comum a prática de utilizar um argilomineral ou saibro (conhecido nos materiais de construção da região como “barro para traço”) para confeccionar argamassas de assentamento de blocos cerâmicos em alvenarias de vedação, iniciou-se este estudo para identificar e avaliar os traços por estas empresas utilizados, verificando e comparando suas características em relação ao traço padrão de cimento, cal e areia.

O saibro utilizado é proveniente de jazidas localizadas próximas à região.

#### **3.1 Metodologia**

Foi realizado um levantamento informal na região de Tubarão para identificar os traços confeccionados com saibro mais utilizados pelas empresas de construção civil. A partir destes dados, definimos também, um traço de argamassa padrão de cimento, cal e areia baseando-se na pesquisa bibliográfica.

Para os ensaios, foram confeccionados quatro corpos de prova cilíndricos (5x10cm) para cada traço, sendo que quatro traços (T1, T2, T3, T4) foram de argamassa de saibro sem a presença de cal e um, (T5), convencional, com apenas cimento, cal e areia, que é adotado por este trabalho como traço padrão para fins de comparação.

Traço (Volume)	Materiais					
	Cimento (g)	Areia (g)	Saibro (g)	Cal (g)	Água (ml)	Relação A/C
<b>T1 (1:1:6)</b>	<b>300</b>	<b>320,3</b>	<b>2061</b>	<b>-</b>	<b>508,70</b>	<b>1,69</b>
<b>T2 (1:1:5)</b>	<b>300</b>	<b>320,3</b>	<b>1717</b>	<b>-</b>	<b>297,70</b>	<b>0,99</b>
<b>T3 (1:1:4)</b>	<b>300</b>	<b>320,3</b>	<b>1374</b>	<b>-</b>	<b>360,00</b>	<b>1,20</b>
<b>T4 (1:1:3)</b>	<b>400</b>	<b>427,12</b>	<b>1374</b>	<b>-</b>	<b>360,00</b>	<b>0,90</b>
<b>T5 (1:1:4)</b>	<b>330</b>	<b>1409,5</b>	<b>-</b>	<b>330</b>	<b>400,00</b>	<b>1,21</b>

Quadro 05: Traços utilizados para estudo das argamassas.

Fonte: Do autor.

### 3.2 Caracterização dos materiais

Os Materiais utilizados para a confecção das argamassas nos ensaios foram caracterizados no Laboratório de Materiais e Solos da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, determinando a análise granulométrica do agregado miúdo e do saibro. As características e especificações do cimento e da cal utilizadas nos testes foram obtidas junto aos seus fabricantes.

#### 3.2.1 Cimento

O cimento utilizado nos ensaios foi o CP II-E-32, da marca Votorantin. Sua caracterização está expressa no quadro abaixo, fornecida pelo próprio fabricante.

<b>COMPOSIÇÃO</b>									
<b>TIPO</b>	<b>SIGLA</b>	<b>CLASSE</b>	<b>NORMA</b>	<b>CLIQUEER + GESSO</b>		<b>CALCÁRIO</b>	<b>ESCÓRIA</b>		
II	CP-II-E	32	11578	56 a 98%		0 a 10%	6 a 34%		
<b>EXIGÊNCIAS FÍSICAS E MECÂNICAS</b>									
<b>FINURA</b>		<b>TEMPO DE PEGA</b>		<b>EXPANSIBILIDADE</b>		<b>RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (MPA)</b>			
Resíduo na peneira 75 mm (%)	Área específica (m <sup>2</sup> /Kg)	Início (h)	Término (h)	A Frio (mm)	A Quente (mm)	1 Dia	3 Dias	7 Dias	28 Dias
<12	>260	>1	<10 (1)	<5	<5	-	>10	>20	>32
<b>EXIGÊNCIAS QUÍMICAS</b>									
<b>Resíduo Insolúvel (%)</b>		<b>Perda ao Fogo (%)</b>		<b>MGO (%)</b>	<b>SO3 (%)</b>	<b>CO2 (%)</b>	<b>S (%)</b>		
<2,5		<6,5		<6,5	<4,0	<5,0	-		

Quadro 06: Especificações técnicas do cimento CP-II-E-32.

Fonte: Votorantim.

### 3.2.2 Agregado Miúdo

Utilizou-se areia quartzosa proveniente da região de Tubarão/SC. A análise granulométrica foi realizada utilizando o método da NBR NM 248/2003 e está representada no quadro abaixo.

LABORATÓRIO DE MATERIAIS E SOLOS				
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (SIMPLES NBR NM 248/2003)				
LAUDO N°: 01				
MATERIAL: Areia				
PENEIRAMENTO				
PENEIRA	PESO (g)	MATERIAL RETIDO (%)	PERCENTUAL ACUMULADO (%)	PENEIRA (mm)
N° 4	2,20	0,212	0,212	4,8
N° 8	62,43	6,016	6,228	2,4
N° 16	274,96	26,495	32,723	1,2
N° 30	217,17	20,927	53,650	0,6
N° 50	262,42	25,287	78,937	0,3
N° 100	164,70	15,871	94,807	0,15
Fundo	53,889	5,193	100,000	-
<b>Total</b>	<b>1037,77</b>	<b>100,000</b>	<b>366,560</b>	
<b>Modulo de Finura: 2,666</b>				
<b>Dimensão Máxima: 4,76 mm</b>				

Quadro 07: Análise granulométrica da areia.

Fonte: Do autor.

O gráfico abaixo apresenta a evolução do valor em porcentagem do material retido acumulado nas peneiras.

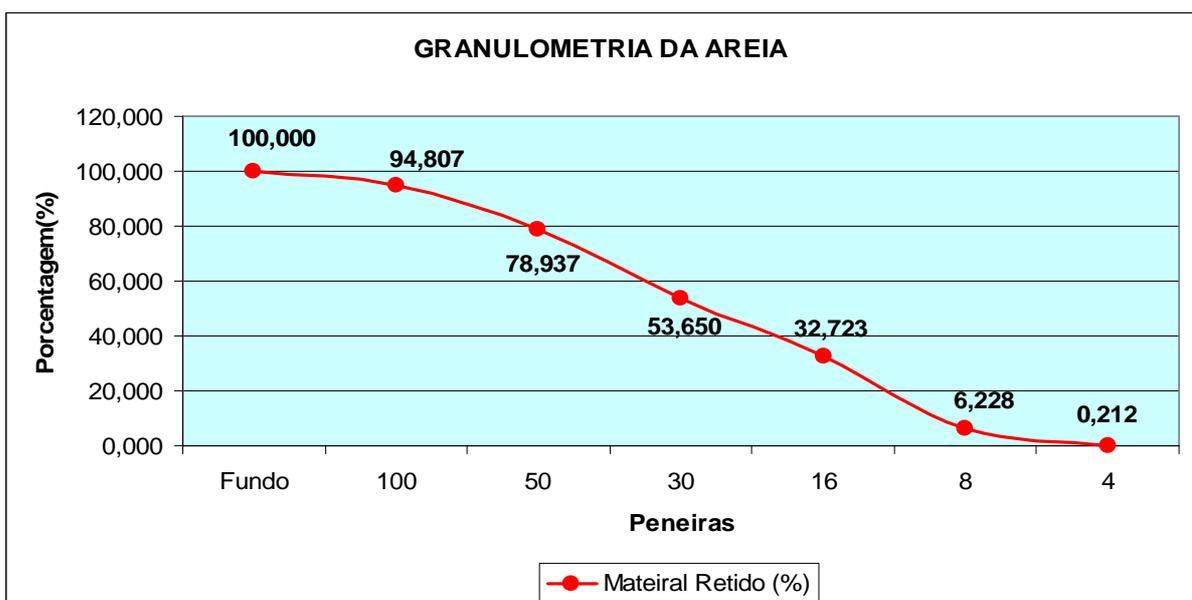


Gráfico 01: Granulometria da areia (Peneira x Material retido acumulado)

Fonte: Do autor

### 3.2.3 Saibro

O Saibro analisado é proveniente da região de Tubarão/SC. Este material é o mesmo utilizado pelas empresas da região. A análise granulométrica foi realizada utilizando o método da NBR 7181/1984 e está apresentada no quadro abaixo.

<b>LABORATÓRIO DE MATERIAIS E SOLOS</b>					
<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (SIMPLES NBR 7181/1984)</b>					
<b>LAUDO N°: 1</b>					
<b>MATERIAL: Saibro</b>					
<b>PENEIRAMENTO</b>					
<b>PENEIRA</b>	<b>PESO (g)</b>	<b>MATERIAL RETIDO</b>	<b>PERCENTUAL ACUMULADO (%)</b>	<b>PERCENTUAL PASSANTE (%)</b>	<b>PENEIRA (mm)</b>
N° 4	52,3	5,23	5,23	94,77	4,8
N° 8	164,63	16,463	21,693	78,307	2,4
N° 10	39,95	3,995	25,688	74,312	2
N° 16	88,61	8,861	34,549	65,451	1,2
N° 30	80,55	8,055	42,604	57,396	0,6
N° 40	49,55	4,955	47,559	52,441	0,42
N° 50	33,52	3,352	50,911	49,089	0,3
N° 100	66,11	6,611	57,522	42,478	0,15
N° 200	45,72	4,572	62,094	37,906	0,074
Fundo	-				
<b>Total</b>	620,94	62,09			
<b>RESUMO DA GRANULOMETRIA (%)</b>					
Pedregulho Acima 2,0 mm	Areia Grossa 2,0 - 0,42 mm	Retido entre N° 40 e 200	Passando N° 200	Total	Retido entre N° 10 e 200
25,688	21,871	14,535	37,906	100	36,406

Quadro 08: Resultados do ensaio de granulometria do Saibro.

Fonte: Do autor.

O gráfico abaixo apresenta a evolução do valor em porcentagem do material retido acumulado nas peneiras.

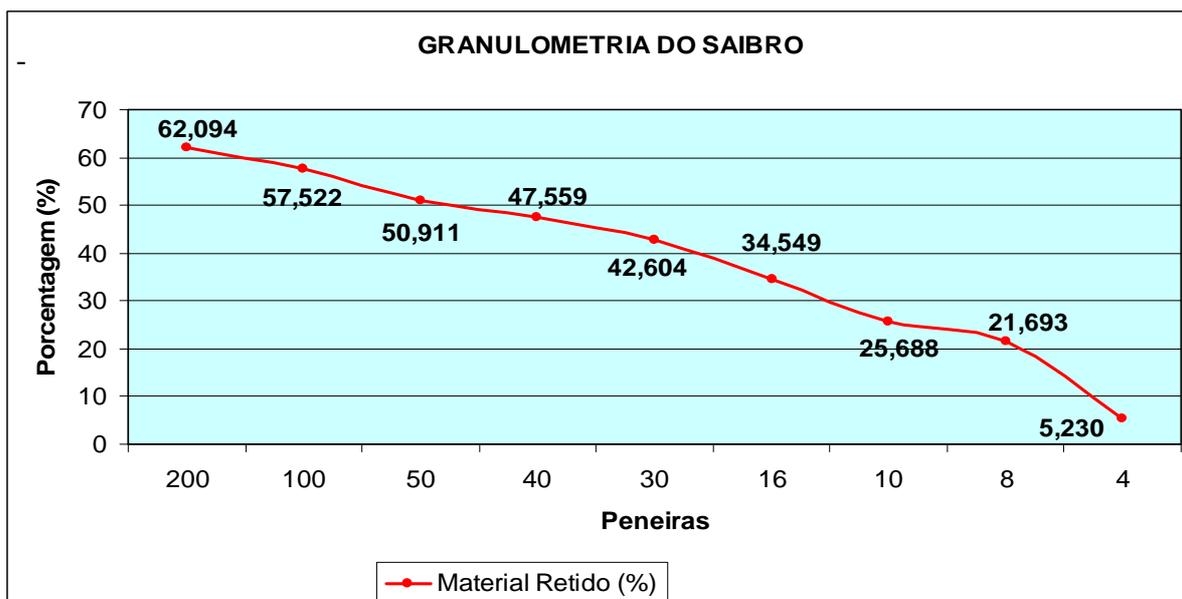


Gráfico 02: Granulometria do Saibro (Peneira x Material retido acumulado).

Fonte: Do autor.

### 3.2.4 A Cal

A cal hidratada utilizada para os ensaios foi CAL CEM CH-III. As propriedades da cal estão listas no quadro abaixo, conforme dados do fabricante.

<b>ENSAIOS QUÍMICOS</b>					
	<b>UNIDADE</b>	<b>VALOR</b>	<b>CH-I</b>	<b>CH-II</b>	<b>CH-III</b>
Perda ao Fogo (PF)	%	26,3	-	-	-
Resíduo Insolúvel (RI)	%	2,9	-	-	-
Óxido de Cálcio (CaO)	%	42,5	-	-	-
Óxido de Magnésio (MgO)	%	27,3	-	-	-
Óxidos Totais (CaO+MgO)	%	94,7	> 90,0	>88,0	>88,0
Anídrio Sulfúrico (SO <sub>3</sub> )	%	N/D	-	-	-
Anídrio Carbônico (CO <sub>2</sub> )	%	6,7	(a)	(a)	(b)
Óxidos totais não hidratados	%	7,9	<10,0	<15,0	<15,0
Óxidos de CaO não hidratados	%	0	-	-	-
(a) CH-I e CH-II: Limite CO <sub>2</sub> : <5,0% na fábrica e <7,0 no depósito					
(b) CH-III: Limite CO <sub>2</sub> : <13,0% na fábrica e <15,0 no depósito					
<b>ENSAIOS FÍSICOS</b>					
	<b>UNIDADE</b>	<b>VALOR</b>	<b>CH-I</b>	<b>CH-II</b>	<b>CH-III</b>
Granulometria 330 (0,60mm)	%	0	<0,5	<0,5	<0,5
Granulometria #200 (0,075mm)	%	9,6	<10,0	<15,0	<15,0
Massa específica	g/cm <sup>3</sup>	N/D	-	-	-
Umidade	%	0	-	-	-
Densidade Aparente	g/cm <sup>3</sup>		-	-	-
N/D = Não Determinado					

Quadro 9: Especificações Técnicas da cal.

Fonte: CAL CEM.

### **3.3 Argamassa**

Para proceder ao preparo das argamassas, precisa-se seguir a NBR 13276/2005. Basicamente, realizou-se mistura anidra do material em quantidades definidas a partir do proporcionamento utilizado, em seguida adicionou-se água e misturou-se até a massa se tornar homogênea.

#### **3.3.1 Determinação do Teor de Consistência**

O ensaio referente à determinação do teor de consistência das argamassas seguiu a NBR 13276/2005: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da Mistura e Determinação do Índice de Consistência, o qual trata do preparo da mistura e o ensaio de consistência.

Para dar início à execução deste ensaio, limpa-se o tampo da flow table para obter o índice de consistência e a parede do molde tronco cônico com um pano umedecido, sendo que as superfícies fiquem ligeiramente úmidas. A seguir preparou-se a argamassa, encheu-se o molde tronco cônico, colocando de modo centralizado sobre a mesa para o resultado correto do índice de consistência.

Segurando o molde firmemente, outro operador enche o molde em três camadas consecutivas, com espessuras aproximadamente iguais, assim aplicando em cada uma delas, respectivamente, 15, 10 e 5 golpes com o soquete, de modo a distribuir uniformemente.

O rasamento da argamassa foi realizado passando a régua metálica rente à borda do molde tronco cônico, com movimentos pequenos de vai-e-vem ao longo de toda a superfície, eliminando qualquer partícula em torno do molde com um pano úmido. Manualmente

acionou-se a manivela da mesa para índice de consistência, sendo que a mesa suba e caia 30 vezes em 30 s de maneira uniforme.

Imediatamente após a última queda da mesa mediu-se com uma trena o espalhamento do molde tronco cônico original de argamassa. Estas medidas devem ser realizadas em três diâmetros tomados em pares de pontos uniformemente distribuídos ao longo do perímetro.

Anotam-se as três medidas. A medida da argamassa pelo índice de consistência corresponde à média das três medidas de diâmetro, expressa em milímetros e arredondada ao número inteiro mais próximo.

### **3.3.1.1 Moldagem dos Corpos de Prova**

Realizamos a moldagem dos corpos de provas de acordo com a NBR 7215/2005. O preenchimento do molde foi efetuado em 4 camadas com adensamento de 30 golpes por camada. O mesmo permaneceu em repouso na sala com temperatura e umidade relativa do ar controlada e desmoldados após 48 horas.

### **3.3.2 Resistência à Compressão**

Para a determinação dos valores referentes a resistência à compressão, foi adotado a NBR 7215/2005: Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão.

A determinação da resistência à compressão iniciou-se com a preparação das argamassas de acordo com a NBR 13276/2005. Após a preparação da argamassa, foi iniciada a moldagem dos corpos de prova, sendo quatro corpos de prova de argamassa e a moldagem seguiu a NBR 7215/2005. Os mesmos permaneceram em repouso na sala com temperatura e

umidade relativa do ar controlada. A realização da cura dos corpos de prova deu-se na mesma sala até a data de sua ruptura.

Para a execução do ensaio, se fez necessário o capeamento dos quatro corpos de prova com enxofre, de acordo com as recomendações da NBR 7215/2005. Determinou-se, com auxílio do paquímetro, o diâmetro de cada corpo de prova em duas posições ortogonais no seu terço médio e registrou-se a média em milímetros. A seguir, foi realizada a ruptura dos corpos de prova, de acordo com as recomendações da NBR 7215/2005, registrando as cargas de ruptura.

A resistência à compressão de cada corpo de prova foi calculada, em MPa, dividindo a carga de ruptura pela área da seção do corpo-de-prova. Calculou-se a média das resistências individuais, em MPa, dos quatro corpos-de-prova ensaiados na mesma idade. O resultado foi arredondado ao decimal mais próximo.

### **3.3.3 Determinação da Absorção de Água**

Ensaio realizado com argamassa para se obter o índice de absorção de água, realizado de acordo com a NBR 9778/1987: Argamassa e Concreto Endurecidos – Determinação da Absorção de Água por Imersão.

Determinou-se a secagem em estufa a temperatura de  $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , permanecendo na mesma por 24h, 48h e 72h procedendo com a pesagem em balança eletrônica, anotando a massa da amostra. Como referência, registramos a massa da amostra após 72h de permanência na estufa.

Completada a secagem em estufa e determinada a massa, então imergimos a amostra em água à temperatura de  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , mantendo-as assim pelo mesmo tempo 24h, 48h e 72h,

para determinar sua massa enxugou-se a superfície da amostra com toalha absorvente, registrando-se a mesma referência de 72h.

Usando as massas determinadas, calculamos a absorção de água pela seguinte fórmula em porcentagem:

$$\alpha = \frac{B - A}{A} \times 100(\%)$$

Onde:

$\alpha$  – Absorção, em %;

A – Peso da amostra seca em estufa, em gramas;

B – Peso da amostra saturada em água a temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  com superfície seca, em gramas.

### **3.4 Resultados**

Os resultados obtidos nos ensaios estão expostos nas páginas subseqüentes, bem como uma análise e comparação dos mesmos.

#### **3.4.1 Resistência à Compressão**

Os resultados obtidos no Laboratório de Materiais e Solos da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, expressam em sua totalidade, a resistência à compressão simples dos traços colocados a prova.

Os ensaios foram realizados utilizando a NBR 7215/1996. Segue abaixo os quadros com os resultados obtidos.

<b>Traço 1 (1:1:6)</b>	<b>Resistência à Compressão (MPa)</b>
CP1	2,23
CP 2	2,41
CP 3	2,46
CP 4	1,99
<b>MÉDIA</b>	<b>2,27</b>

Quadro 10: Valores referentes ao rompimento dos corpos-de-prova do Traço 1.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 2 (1:1:5)</b>	<b>Resistência à Compressão (MPa)</b>
CP1	3,69
CP 2	4,69
CP 3	3,88
CP 4	3,88
<b>MÉDIA</b>	<b>4,02</b>

Quadro 11: Valores referentes ao rompimento dos corpos-de-prova do Traço 2.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 3 (1:1:4)</b>	<b>Resistência à Compressão (MPa)</b>
CP1	4,83
CP 2	5,40
CP 3	5,30
CP 4	5,49
<b>MÉDIA</b>	<b>5,25</b>

Quadro 12: Valores referentes ao rompimento dos corpos-de-prova do Traço 3.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 4 (1:1:3)</b>	<b>Resistência à Compressão (MPa)</b>
CP1	7,53
CP 2	4,92
CP 3	7,96
CP 4	6,77
<b>MÉDIA</b>	<b>7,42</b>

Quadro 13: Valores referentes ao rompimento dos corpos-de-prova do Traço 4.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 5 (1:1:4)</b>	<b>Resistência à Compressão (MPa)</b>
CP1	7,64
CP 2	7,38
CP 3	7,38
CP 4	7,64
<b>MÉDIA</b>	<b>7,51</b>

Quadro 14: Valores referentes ao rompimento dos corpos-de-prova do Traço 5.  
Fonte: Do autor.

Os resultados dos ensaios de compressão nos mostram que o traço utilizando saibro mais magro, ou seja, o que contém menos cimento em sua composição testado aqui nesse experimento, chega a obter uma média de 2,27 MPa, bem superior a resistência exigida pela NBR 15270/2005 dos blocos cerâmicos utilizados nas alvenarias de vedação, que é 1,5MPa.

Através desta análise, podemos afirmar que muitos traços utilizados na região têm resistência adequada ou até mesmo exagerada, ocorrendo assim um desperdício de resistência e material nesses casos, incluindo o traço padrão sem saibro.

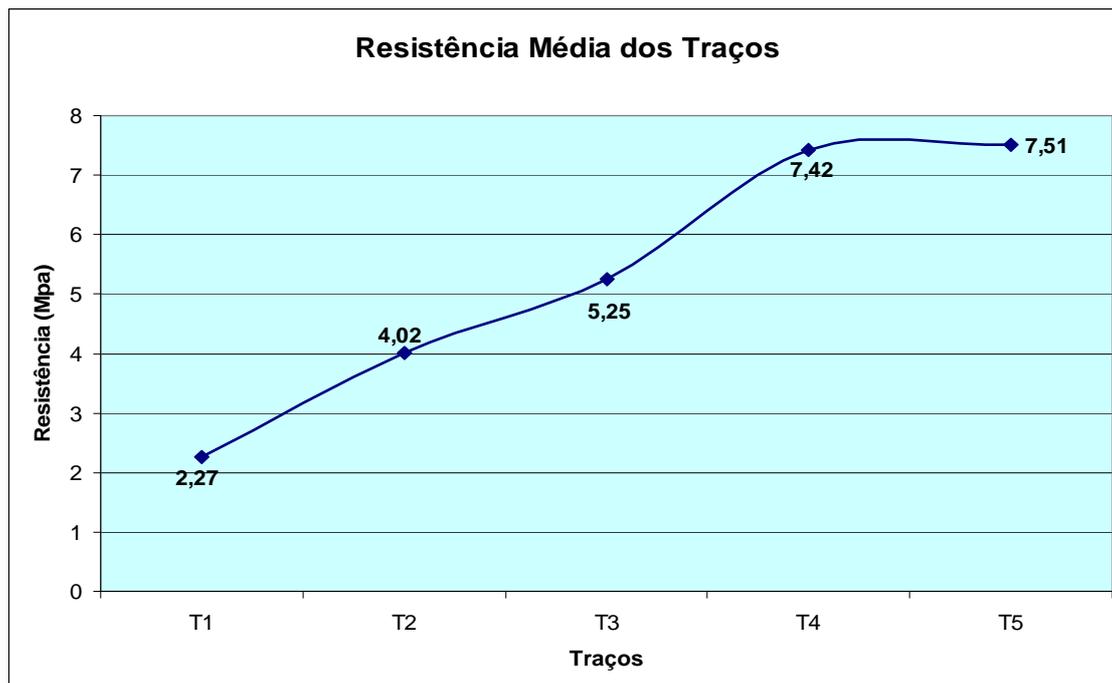


Gráfico 03: Evolução da resistência em relação aos diferentes tipos de traços realizados.  
Fonte: Do autor.

O gráfico comparativo entre os traços de saibro e o traço padrão de cimento com cal e areia nos mostra que o traço 4 executado com saibro, se equivale em resistência ao traço padrão 5, executado com cal. Ambos possuem resistência muito superior à necessária para se empregar em uma argamassa de assentamento, ocasionando assim, desperdício de material.

A argamassa composta com o traço 5 foi um traço recomendado por vários autores pesquisados. Analisando o gráfico, podemos ver que ele possui uma resistência muito superior à necessária, pois supera em grande número a resistência dos blocos cerâmicos utilizado na região.

### 3.4.2 Absorção de água

O teste de absorção de água é fundamental para caracterização da argamassa de assentamento de bloco cerâmico, devido à sua alta influência nas patologias que a umidade provoca nos revestimentos das alvenarias de vedação.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Solos da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, utilizando a NBR 9778/1987.

Segue abaixo os quadros com os resultados obtidos.

<b>Traço 1 (1:1:6)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b>
CP1	23,50
CP 2	23,13
CP 3	23,34
CP 4	22,74
<b>MÉDIA</b>	<b>23,17</b>

Quadro 15: Porcentagem de água absorvida nos corpos-de-prova do Traço 1.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 2 (1:1:5)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b>
CP1	21,75
CP 2	21,42
CP 3	22,14
CP 4	21,67
<b>MÉDIA</b>	<b>21,74</b>

Quadro 16: Porcentagem de água absorvida nos corpos-de-prova do Traço 2.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 3 (1:1:4)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b>
CP1	22,45
CP 2	22,32
CP 3	22,48
CP 4	22,09
<b>MÉDIA</b>	<b>22,33</b>

Quadro 17: Porcentagem de água absorvida nos corpos-de-prova do Traço 3.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 4 (1:1:3)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b>
CP1	20,16
CP 2	20,46
CP 3	19,75
CP 4	20,06
<b>MÉDIA</b>	<b>20,10</b>

Quadro 18: Porcentagem de água absorvida nos corpos-de-prova do Traço 4.  
Fonte: Do autor.

<b>Traço 5 (1:1:4)</b>	<b>Absorção de Água (%)</b>
CP1	17,88
CP 2	18,18
CP 3	18,47
CP 4	18,34
<b>MÉDIA</b>	<b>18,21</b>

Quadro 19: Porcentagem de água absorvida nos corpos-de-prova do Traço 5.  
Fonte: Do autor.

Os resultados dos testes de absorção de água apresentaram valores parecidos, variando pouco na mesma faixa de porcentagem. Mesmo variando pouco, os valores ficaram um pouco elevado em relação o que a literatura recomenda algo próximo de 15% de absorção de água.

O traço padrão (T5) sem a adição de saibro, foi o que apresentou a menor média (18,21%) de absorção de água do ensaio, comprovando assim que a presença de saibro na causa uma suave influencia negativa na argamassa de assentamento de bloco cerâmico.

Os valores obtidos pelos traços contendo saibro, não apresentaram valores exagerados que os impeça de serem utilizados na construção civil, alguns cuidados simples na sua aplicação devem ser observados, afim de minimizar essa característica.

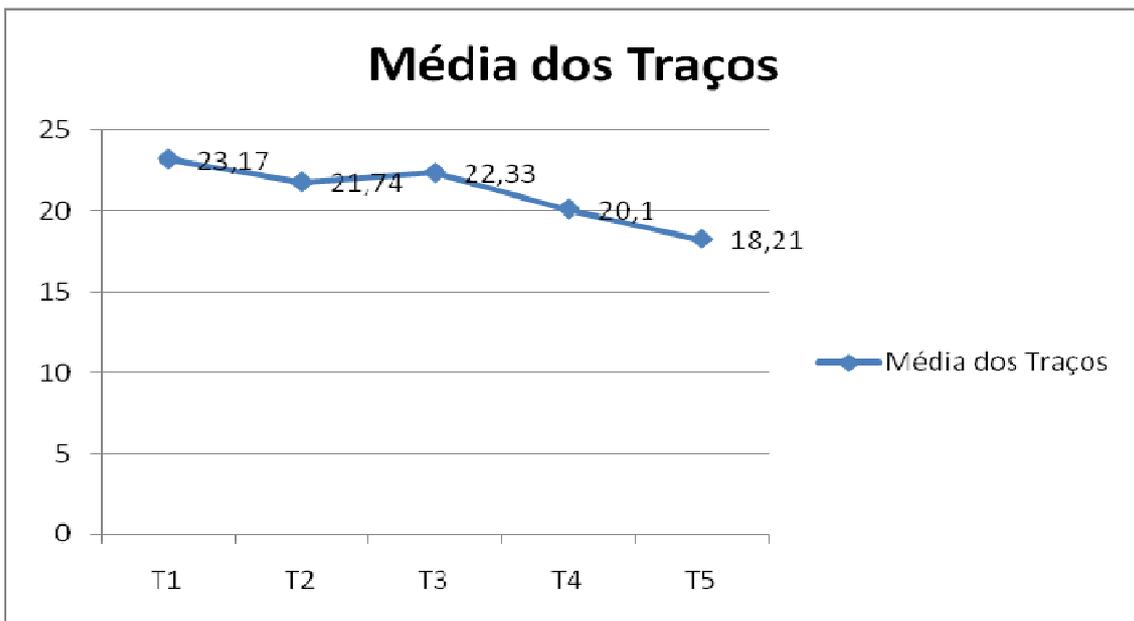


Gráfico 04: Comparativo da absorção de água em porcentagem nos traços realizados.

Fonte: Do autor

O gráfico acima nos mostra um resumo dos ensaios de absorção de água, expondo a evolução dos resultados e apresentando os valores mais elevados para as argamassas que contem saibro em sua composição.

## 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a finalização deste estudo, foi possível obter resultados satisfatórios no uso das argamassas de assentamento com saibro, pois visualizamos nos resultados que o saibro conferiu à argamassa resistência adequada ao seu uso e valores razoáveis em termos de absorção de água.

Muitos traços praticados na região superam os valores de resistência adequados para o assentamento de alvenarias de vedação com blocos cerâmicos, gerando gastos desnecessários e desperdício de materiais.

Os índices de porcentagem de absorção de água mais elevados encontrados nas argamassas com saibro refletem uma característica do argilomineral em reter melhor a água.

Porém tal característica, não exclui sua utilização nas obras de construção civil, adotando-se alguns cuidados na execução da alvenaria de vedação, o saibro pode ser adotado na execução da argamassa de assentamento.

Alguns cuidados que devem ser observados em relação à utilização da argamassa de assentamento com saibro em alvenarias de vedação:

- Perfeita impermeabilização do baldrame;
- Assentamento das três primeiras fiadas de blocos cerâmicos assentados com argamassa de cimento;

- Utilização de aditivos químicos na argamassa afim de reduzir a absorção de água.

Dentre as dificuldades encontradas para a realização deste trabalho podemos elencar a falta de literatura em relação ao uso do saibro nas argamassas de assentamento e ainda os diversos ensaios visando a caracterização das propriedades das argamassas.

E, por fim, para complementação de nosso trabalho, sugerimos a realização de novas pesquisas relacionadas às argamassas de assentamento e ao saibro, buscando cada vez mais a eficácia dos materiais e o aprimoramento da Engenharia.

## 5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Specification for Masonry Cement**. ASTM C91/05.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas orgânicas. Rio de Janeiro, 1998

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos - Determinação da Retenção de Água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**: Argamassa para Assentamento 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 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e Concreto Endurecidos – Determinação da Absorção de Água por Imersão. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos - Parte 1 - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação. Rio de Janeiro, 2005.

CHAVES, Roberto. **Manual do Construtor**, 17ª edição. Rio de Janeiro, Ediouro, 1996.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT. **Certification CSTB des enduits monocouches d'imperméabilisation**. Modalités d'essais. Cahiers du CSTB, Paris, Livrasion 341, n. 2669-4, juil-août, 1993

DUBAJ, Eduardo. **Estudo corporativo entre traços de argamassas de revestimentos utilizadas em Porto Alegre**. Porto Alegre, 2000.

GOMES, Adailton de Oliveira. **Argamassas para revestimentos de edificações**. Salvador, 2002.

MARTINELLI, Frederico A.; HELENE, Paulo Roberto L. **Usos, Funções e Propriedades das Argamassas Mistas Destinadas ao Assentamento e Revestimento de Alvenarias**. São Paulo, 1991.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de estruturas em alvenarias e concreto simples**. São Paulo: E. Blucher, 1995

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do concreto**. Tradução por Salvador E. Giammusso. 1. ed. São Paulo: Pini, 1982. 738 p. Tradução de: Properties of concrete. 3. ed.

NAKAKURA, Elza Hissae; CINCOTTO, Maria Alba. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento**. São Paulo, 2004.

SABBATINI, Fernando H. **Argamassa de assentamento para paredes de alvenaria resistente**. Escola Politécnica da USP ; São Paulo, 1986.

UNISUL. **Notas de aula da disciplina de Construção Civil I e II**. Tubarão, Santa Catarina. 2004.

UEPG. **Notas de aula da disciplina de Construção Civil**. Ponta Grossa, Paraná. 2002.

## 6 APÊNDICE



Apêndice 01: Saibro peneirado que foi utilizado nos ensaios



Apêndice 02: Processo de dosagem das argamassas em laboratório



Apêndice 03: Moldagem dos corpos-de-prova



Apêndice 04: Assentamento de blocos cerâmicos com argamassa de saibro