



Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD

ESTUDO DE ARGAMASSA DEFORMÁVEL COM FOCO NA REGIÃO DO ENCUNHAMENTO

Rogério Cassio Lima Filho*

RESUMO

O presente trabalho avaliou uma argamassa que tem mais capacidade de suportar as deformações geradas pelas edificações, esta utiliza em sua composição aditivo polímero acrílico, com o intuito de diminuir patologias, como, por exemplo, evitar o aparecimento de fissuras, que ocorrem devido a variações térmicas ou acidentais e movimentações da estrutura que acabam gerando tensões e deformações que são transmitidas para alvenaria e revestimentos. O trabalho tem como foco a região do encunhamento, que fica entre a última fiada da alvenaria com o fundo de vigas e lajes. Foram realizados ensaios laboratoriais para análise dos resultados dessa adição. Os resultados obtidos foram satisfatórios, visto que a adição proposta, mesmo trazendo algumas perdas nas resistências mecânicas, trouxe melhora no módulo de elasticidade da argamassa. Conclui-se que houve uma melhora na sua trabalhabilidade, devido à reação do produto e também por uma maior incorporação de ar na argamassa, assim aumentando sua capacidade de se deformar e voltar a seu estado inicial.

Palavras-chave: Argamassa. Encunhamento. Deformação. Polímero Acrílico.

* Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Projeto, Execução e Manutenção de Edificações, sob orientação do Prof. MSc. Nielsen José Dias Alves.

1 INTRODUÇÃO

Junto ao grande crescimento no setor da construção civil, as manifestações patológicas vêm chamando atenção, pois estão presentes na maioria das edificações. Segundo Chaves (2009), estas manifestações são patologias, que ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicam o seu desempenho. Helene (1992) aponta que a compreensão de tais manifestações se dá pela área da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis. Tais manifestações causam impactos, e é algo que traz transtorno, pois afetam a estética e estrutura das edificações, que são de importância para o investidor e para quem compra um imóvel.

O surgimento das patologias nem sempre é ocasionado por uma única razão, sua ocorrência pode estar ligada a vários fatores como falhas em projetos, má escolha de materiais e dosagens erradas na execução, utilizando mão de obra não qualificada e treinada para o cumprimento do serviço ou na falta de manutenção, que é uma tentativa de amenizar seu aparecimento.

Sobre as movimentações das estruturas, Lottermann (2013, p. 11) afirma:

A movimentação de estruturas é fato comprovado por diversos pesquisadores, ou seja, toda estrutura de concreto “trabalha”. Dessa maneira, a mesma estará sujeita a uma série de patologias, sendo elas consequentes de problemas de projeto e execução.

As fissuras são uma das patologias mais frequentes em edificações e podem ocorrer de várias formas, seja pelas variações térmicas ou acidentais ou pela movimentação das estruturas, gerando tensões e deformações que são transmitidas para a alvenaria e revestimento. Além de um problema estético, essas fissuras podem ser um caminho para que ocorra infiltração de água, o que pode gerar outros tipos de patologias.

A construção civil tenta melhorar técnicas e produtos a fim de diminuir esses erros, independentemente de suas causas. Assim decidiu-se estudar uma argamassa com aditivo, para modificar suas propriedades, em busca de que esta suporte mais as deformações das estruturas, assim transmitindo menos tensões ocasionadas pela movimentação dessas para a alvenaria e revestimentos, evitando possíveis manifestações patológicas, com foco na região do encunhamento.

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar uma argamassa que suporte as deformações geradas pelas edificações, com isso, poder evitar o aparecimento de fissuras com foco na região do encunhamento. O objetivo específico foi usar na composição da argamassa aditivo (polímero acrílico) para dar a ela mais deformação, com isso, foram realizados ensaios laboratoriais para análise dos ganhos com essa adição.

Para alcançar esses objetivos, procedeu-se da seguinte maneira: foram executadas argamassas em laboratório com diferentes adições do produto Baucryl 10000, com essas argamassas produzidas foram feitos ensaios laboratoriais em busca dos ganhos que ela sofreu em consequência dessa adição, tais resultados foram analisados, com vista a observar se tal adição gerou o resultado esperado.

O presente trabalho foi então estruturado nas seguintes seções: na seção dois apresentam-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto, propiciando embasamento teórico para melhor entendimento do método; a seção três proporciona uma análise sobre o procedimento metodológico do trabalho; na seção quatro são apresentados os resultados da pesquisa realizada com os valores gerados pela execução dos ensaios laboratoriais; a quinta seção traz as conclusões do estudo, verificando se os resultados obtidos com adição do Baucryl 10000 foram os esperados inicialmente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão apresentadas pesquisas, que dão um embasamento teórico para melhor compreensão dos temas abordados no seguinte trabalho.

2.1 Argamassa

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 13281:2005, p.2) a argamassa é:

Mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e

endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

As argamassas podem ser utilizadas para: assentamento, rejuntamento, revestimento, etc. As de assentamento são empregadas na ligação da alvenaria de vedação e alvenaria estrutural, bem como na região de encunhamento (ABNT NBR 13281/2005).

2.2 Argamassa de encunhamento

As argamassas de encunhamento tem como principais funções fazer o fechamento da região da última fiada da alvenaria com fundo de vigas e lajes, bem como absorver e distribuir as tensões e esforços gerados pela estrutura sobre a alvenaria. As regiões do encunhamento sofrem muito pelo fato de não conseguirem absorver essa movimentação da estrutura, gerando fissuras (patologias).

Antigamente as estruturas de concreto não sofriam grandes deformações, com isso não havia tanta preocupação com a região de encunhamento e eram usadas argamassas rígidas (SAYEGH, 2007), mas com a evolução da engenharia e criação de novas técnicas, foi possível tornar as estruturas de concreto mais esbeltas, assim tornando-as mais propícias a deformações, que são transferidas para a alvenaria e revestimentos ocasionando fissuras, dessa forma é necessário uma argamassa que suporte tais deformações.

2.3 Trabalhabilidade da argamassa

Segundo Rilem (1982 apud RÊGO, 2008, p.26) a “trabalhabilidade é a facilidade do operário trabalhar com a argamassa, que pode ser entendida como um conjunto de fatores inter-relacionados, conferindo boa qualidade e produtividade na sua aplicação”.

Ainda sobre a trabalhabilidade das argamassas Sousa, Laura e Bauer (2005, p. 28) afirmam:

A trabalhabilidade reflete, em termos práticos, as facilidades do operário durante as operações de manuseio e aplicação das argamassas. Em geral, uma falta de trabalhabilidade da argamassa é traduzida em aspectos como uma argamassa áspera, muito seca ou muito fluida, com segregação e exsudação excessiva, com dificuldade de espalhar sobre a base de aplicação, falta de “liga”, falta de adesão inicial, e em certas dificuldades para início das operações de acabamento (ou “puxa” muito rápido ou muito lento). Muitas dessas avaliações são feitas a partir de procedimentos empíricos realizados pelos operários envolvidos diretamente no processo de execução do revestimento.

2.4 Polímero acrílico

O Baucryl 10000 é um polímero acrílico utilizado para impermeabilização flexível e como aditivo em argamassas de assentamento, no seguinte caso será utilizado como aditivo na argamassa em busca de dar uma maior deformação para esta.

2.5 Aditivo incorporador de ar

Segundo Rixon e Mailvaganan (1999 apud ALVES, 2002, p.28):

Os aditivos incorporadores de ar são matérias orgânicas, usualmente apresentados na forma de solução que quando adicionados ao concreto, às argamassas ou às pastas de cimento, produzem uma quantidade controlada de bolhas microscópicas de ar, uniformemente dispersas. Este tipo de ar não deve ser confundido com o ar aprisionado, o qual está geralmente presente no concreto e nas argamassas, na forma de cavidades irregulares e, geralmente, são produzidas devido a um inadequado adensamento ou compactação.

O aditivo incorporador tem como uma de suas funções dar maior trabalhabilidade a argamassa, por meio da formação dessas bolhas microscópicas de ar.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi feito com embasamento em normas técnicas, por meio de ensaios laboratoriais que serão demonstrados a seguir.

3.1 Produção da argamassa

3.1.1 Dosagem

Para a dosagem da argamassa será utilizado o traço de 1:6, sendo ele 1 de cimento para 6 de areia, além disso, 20% do volume da amostra de água, 0,2% da massa de cimento de aditivo incorporador de ar, e porcentagens acrescidas no valor de 1% a 5% do produto Baucryl 10000 em relação a massa de cimento nas amostras. Na Tabela 1 pode-se observar os traços das argamassas, onde AP é a amostra padrão e AB são as amostras com adições de Baucryl 10000, com suas respectivas porcentagens.

Tabela 1 – Composição das argamassas

Argamassa	Cimento	Areia	Aditivo incorporador de ar	Baucryl	Água
AP	1	6	0,20%	-	20%
AB1%	1	6	0,20%	1%	20%
AB2%	1	6	0,20%	2%	20%
AB3%	1	6	0,20%	3%	20%
AB4%	1	6	0,20%	4%	20%
AB5%	1	6	0,20%	5%	20%

Fonte: Autor (2017).

3.1.2 Mistura

A mistura foi feita em ambiente laboratorial, com o uso de máquina argamassadeira (segundo figura 1) por um tempo de um minuto e meio, adicionando água em pequenas quantidades e também os aditivos citados anteriormente neste trabalho por procedimento normatizado pela ABNT NBR 13276/2002.

Figura 1 - Argamassadeira



Fonte: Autor (2017).

3.1.3 Moldagem

A moldagem foi feita segundo padrões da norma ABNT NBR 13279/2005, com o uso de corpos de provas prismáticos 4x4x16 cm.

Figura 2 – Moldagem dos corpos de prova



Fonte: Autor (2017).

3.2 Ensaios

3.2.1 Ensaio de módulo de elasticidade dinâmico

O módulo de elasticidade dinâmico dos corpos de prova foi determinado por ensaio de emissão de pulso elétrico de baixa frequência ultrassônica, normatizado pela NBR15630:2008, usando-se o aparelho “V-METER MK IV”, da marca NDT, com transdutores de 54kHz.

Figura 3 – Ensaio de Modulo de Elasticidade



Fonte: Autor (2017).

Esse ensaio tem como característica ser um método não destrutivo, que mede o tempo e a velocidade que a onda ultrassônica passa pelo corpo de prova, que foram ensaiados aos 28 dias, assim, sendo possível calcular o módulo de elasticidade dinâmico, utilizando a seguinte equação segundo ABNT NBR15630:2008:

$$E_d = \frac{\rho V^2 (1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

Onde:

E_d = Módulo de elasticidade dinâmico (Mpa)

ρ = Densidade do corpo de prova (kg/m³)

V = Velocidade de pulso (km/s)

ν = Coeficiente de Poisson – adotado igual a 0,2 na norma brasileira.

3.2.2 Ensaio de resistência à tração na flexão e compressão

Os ensaios são normatizados pela ABNT NBR 13279/2005, onde cada amostra é ensaiada primeiramente a resistência à tração na flexão, elas são posicionadas em um dispositivo com dois suportes e posteriormente é aplicado um a carga vertical no centro da amostra até sua ruptura em prensa hidráulica (segundo Figura 4).

Figura 4 – Ensaio de Resistencia à Tração na Flexão



Fonte: Autor (2017).

Com a carga aplicada, a amostra se divide em duas metades, dessa forma foi possível verificar o resultado do ensaio pela seguinte equação fornecida pela ABNT NBR 13279/2005:

$$R_f = \frac{1,5 F_f L}{40^3}$$

Onde:

R_f = resistência à tração na flexão (MPa)

F_f = carga aplicada verticalmente do centro do prisma (N)

L = distância entre os suportes (mm)

Para a determinação do ensaio de resistência a compressão, foram utilizadas as metades geradas no ensaio de tração na flexão, aplicando carga até a ruptura de cada metade (segundo figura 5). A resistência do ensaio de compressão é calculada pela seguinte equação:

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

Onde:

R_c = Resistência a compressão (Mpa)

F_c = carga máxima aplicada (N)

1600 é a área da seção considerada quadrada do dispositivo de carga 40 mm x 40 mm (mm²)

Figura 5 – Ensaio de Resistencia à Compressão



Fonte: Autor (2017).

Ambos os ensaios foram feitos na idade de 28 dias.

4 RESULTADOS

Com a execução dos ensaios foram gerados resultados que podem ser vistos nas tabelas a seguir. A Tabela 2 contém os resultados do ensaio de Tração na Flexão. A Tabela 3 resultados do ensaio de Compressão e por fim a Tabela 4 traz os resultados do ensaio de Módulo de Elasticidade Dinâmico.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de Tração na Flexão

Argamassa	Tração na Flexão (Mpa)	Desvio Absoluto Máximo (Mpa)
AP	1,59	-0,10
AB 1%	1,54	-0,06
AB 2%	1,53	-0,04
AB 3%	1,53	-0,07
AB 4%	1,51	0,07
AB 5%	1,51	-0,04

Fonte: Autor (2017).

Na análise dos resultados do ensaio de tração na flexão os valores do desvio absoluto máximo foram todos dentro do permitido em norma que é de no máximo 0,3 Mpa. Notou-se perda na sua resistência, ocasionada pelo acréscimo do Baucryl 10000 em seu traço. Em análise na execução do ensaio, notou-se que quanto maior era a porcentagem de Baucryl 10000 na amostra, maior era sua trabalhabilidade.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de Compressão

Argamassa	Compressão (Mpa)	Desvio Absoluto Máximo (Mpa)
AP	2,98	-0,12
AB 1%	2,84	0,15
AB 2%	2,89	0,26
AB 3%	2,82	0,13
AB 4%	2,74	0,14
AB 5%	2,71	0,10

Fonte: Autor (2017).

Em norma o desvio padrão máximo para o ensaio de Compressão deve ser menor ou igual a 0,5 Mpa. Algo parecido ao ensaio de tração na flexão ocorreu

no de compressão, quanto maior a porcentagem de Baucryl 10000 menores foram as resistências, isso comprova que a adição de Baucryl 10000 influencia na argamassa, diminuindo suas resistências e aumentando sua trabalhabilidade.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de Módulo de Elasticidade Dinâmico

Traço	Densidade (kg/m ³)	Módulo de Elasticidade (Mpa)
AP	1561,43	5882,56
AB 1%	1524,41	5525,97
AB 2%	1474,70	4979,70
AB 3%	1457,84	4723,38
AB 4%	1434,26	4458,47
AB 5%	1423,24	4122,26

Fonte: Autor (2017).

Verificou-se que há uma redução na densidade com o acréscimo de Baucryl 10000 na argamassa, devido a reação do produto e também pela maior incorporação de ar que ele deu a argamassa, com isso diminuição do módulo de elasticidade. Segundo Alves (2002), essa redução, provavelmente, acontece devido ao maior espaço vazio no interior da argamassa, permitindo a distribuição da microfissuração nas paredes das bolhas, que são formadas pela incorporação de ar.

Com essa diminuição, a argamassa melhora sua característica de se deformar e voltar ao seu estado inicial, sem que produza deformações permanentes.

5 CONCLUSÃO

O estudo permitiu compreender que com o acréscimo de Baucryl 10000 na argamassa, tivemos alguns fatores decisivos para a análise dos resultados obtidos, quais sejam:

Melhora significativa na trabalhabilidade da argamassa, podendo ser notado na execução do ensaio, onde quanto maior era a porcentagem de Baucryl 10000 adicionado mais trabalhável era seu comportamento. O ganho na trabalhabilidade está ligado a reação do produto com a argamassa e também a uma maior incorporação de ar, devido ao acréscimo do Baucryl 10000, com isso, quanto maior era essa reação e a incorporação de ar, menor era sua consistência e maior sua trabalhabilidade.

Teve-se uma perda nas resistências à compressão e à tração na flexão, concluindo que o aditivo causa esse efeito devido também a essa maior incorporação de ar. Há um aumento da trabalhabilidade e diminuição de consistência e, com isso menores ficam suas resistências. Como houve melhora na trabalhabilidade da argamassa, e não se diminuiu o fator água/cimento, já era esperado uma diminuição das resistências.

Houve ainda diminuição da densidade das amostras com adição de Baucryl 10000, mostrando que quanto maior é a adição do produto, menor foi a densidade da argamassa e mais fácil foi seu manuseio.

Os resultados obtidos com o ensaio de módulo de elasticidade mostram que o objetivo de fazer com que a argamassa ganhe mais deformação foi alcançado, pois quanto maior é o teor de Baucryl 10000 na argamassa, menor foi o módulo de elasticidade, suportando mais deformações do que a argamassa sem adição, conseguindo voltar ao seu estado inicial sem que tenha deformações permanentes.

Desta forma, houve perdas nas resistências mecânicas da argamassa e ganhos no módulo de elasticidade, com seus resultados menores, o que era esperado. Mesmo com as perdas nas resistências mecânicas, os valores delas foram maiores que os ideais, que é de no mínimo 2 Mpa para a região de encunhamento, conclui-se então que a adição do Baucryl 10000 pode ser uma forma de se alcançar tal objetivo.

Sugiro como recomendações para trabalhos futuros, a fim de melhorar a análise sobre a adição do produto Baucryl 10000 em argamassas com foco na região do encunhamento, utilizar tal produto em porcentagens maiores, com rompimentos em idades de 7, 14, 21 e 28 dias para uma melhor investigação da perda nas resistências mecânicas, diminuição do módulo de elasticidade, da reação do aditivo e também da influência de uma maior incorporação de ar nas argamassas devido a tal adição.

STUDY OF DEFORMABLE MORTAR WITH FOCUS ON REGION OF CONNECTION

ABSTRACT

The present work evaluated a mortar that has more capacity to withstand the deformations generated by the buildings, which uses in its composition acrylic polymer, with the purpose of reducing pathologies, such as avoiding the appearance of fissures, which occur due to thermal variations or accidental and structural movements which generate tensions and deformations that are transmitted to masonry and coatings. The work focuses on the region of the connection, which stay between the last course of masonry with the bottom of beams and slabs. Laboratory tests were performed to analyze the results of this addition. The results obtained were satisfactory, since the proposed addition even bringing some losses in the mechanical resistances, brought improvement in the modulus of elasticity of the mortar. It was concluded that there was an improvement in its workability, due to the reaction of the product and also by a greater incorporation of air in the mortar, thus increasing its capacity to deform and return to its initial state.

Key words: Mortar. Connection. Deformation. Polymer Acrylic.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. J. D. **Avaliação dos Aditivos Incorporadores de ar em Argamassas de Revestimento**. 198f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 176f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade do Minho, Braga, 2009.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

LOTTERMANN, F. N. **Patologias em Estruturas de Concreto: Estudo de Caso**. 66 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

_____. NBR 13276 - **Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, Brasil, ABNT, 2002.

_____. NBR 13279 - **Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, Brasil, ABNT, 2005.

_____. NBR 13281 - **Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro, Brasil, ABNT, 2005.

_____. NBR 15630 - **Argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, Brasil, ABNT, 2009.

REGO, W. A. **Caracterização Física dos Saibros da Região Metropolitana do Recife Utilizados em Argamassas**. 140f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

RIXON, R.; MAILVAGANAM, N. **Chemical admixtures for concrete**. Londres: E & FN SPON, 1999.

SAYEGH, S. Última Fiada. **Revista Técnica**, São Paulo, mar. 2007. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/120/artigo287425-1.aspx>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

SOUSA, J. G. G.; LARA, P. L. O.; BAUER, E. **Revestimentos de argamassa características e peculiaridades**. Universidade de Brasília. 2011. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/123/anexo/revesar.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.