IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE CALES HIDRATADAS NA REOLOGIA DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO NO ESTADO FRESCO

Guilherme de Freitas Maia[1], Josephson Mauricio da Silva[2], Tomaz Rodrigues de Araújo[3], Gabriela Barbosa Bruno[4], Evilane de Cássia Farias[5]

[1]Discente do Curso técnico integrado em Edificações - IFRN. Bolsista do Edital 06/2016 IFRN. e-mail: maia.guilherme@outlook.com; [2]Discente do Curso técnico integrado em Edificações - IFRN. Voluntário. e-mail: josepsonmauricio@hotmail.com; [3]Discente de mestrado do Curso de Engenharia de Materiais - UFRN. e-mail: tomaz.rdaraujo@bct.ect.ufrn.br; [4]Professora do Curso técnico em Edificações - IFRN. e-mail: gabriela.bruno@ifrn.edu.br; [5]Professora do Curso técnico em Edificações - IFRN. e-mail: evilane.farias@ifrn.edu.br

RESUMO: A argamassa consiste em uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais. A cal hidratada, um participante optativo na argamassa, porém importante, encontra-se no mercado com opções de qualidades preocupantemente variadas. Diante dessa situação, o presente trabalho surgiu com a finalidade de analisar os impactos causados por cales de diferentes qualidades no traço das argamassas de revestimento no estado fresco. Adotou-se, para isso, o método comparativo nos ensaios de avaliação do índice de consistência, consumo de cimento, densidade de massa e teor de ar incorporado, realizados todos no âmbito do laboratório do IFRN, entre três traços: um somente com cimento e areia , o traço padrão; outro com adição de uma cal de boa qualidade, baseado em sua caracterização, identificada como cal "A"; e por último, outro com adição de uma cal que por não ter atendido aos padrões exigidos pela NBR-7175/2003, é atribuído o título de má qualidade, identificada como cal "B". Com a realidade das análises, foi perceptível a necessidade de ser seletivo e criterioso quanto a escolha de uma cal hidratada para uma determinada obra, tendo em vista que atender aos padrões exigidos não é tão simples, e o uso de uma cal de qualidade adequada, que atenda os padrões normativos, se bem dosada e aplicada, desempenha suas características corretamente, atribuindo segurança e economias para o projeto construtivo, já que contribui para a melhora das propriedades do produto final, a argamassa de revestimento.

Palavras–chave: engenharia, comércio, produto, influência, desempenho

IMPORTANCE OF HYDRATED LIME QUALITY IN THE RHEOLOGY OF COATING MORTARS IN FRESH STATE

ABSTRACT: The mortar consists of a homogeneous mixture of one or more agglomerative, small aggregate (sand) and water, being able to still contain admixtures and mineral additions. The hydrated lime, an optional participant in mortar, however important, meets in market with options of qualities preoccupying varied. Ahead of this situation, the present work appeared with the purpose to analyze the impacts caused for limes of different qualities in the mix of coating mortars in fresh state. It was adopted, for this, the comparative method in the assays of evaluation of the workability test, cement consumption, density and air test, carried through all in the scope of the laboratory of the IFRN, between three mixes: one only with cement and

sand, the default mix; another one with addition of a lime of good quality, based on its characterization, identified as lime “A”; and, another one with addition of a lime that for not having taken care of to the standards demanded for the NBR-7175/2003, is attributed the heading of bad quality, identified as lime “B”. With the reality of the analyses, it was perceivable the necessity of to be selective and judicious in the choice of a hydrated lime for one determined work, in view of that to take care of to the demanded standards is not so simple, and the use of a lime of adjusted quality, that take care of the standards normative, if dosed well and applied, plays its characteristics correctly, assigning security and economies for the constructive project, since it contributes for the improvement of the properties of the end item, the coating mortar.
KEYWORDS: engineering, commerce, product, influence, performance

INTRODUÇÃO

A argamassa é um material necessário para qualquer obra que utilize pedras, tijolos ou blocos cerâmicos, sendo ela a responsável por agregá-los, e ainda, uma de suas funções básicas é a de revestir e proteger a edificação contra intempéries, contribuindo para a durabilidade do projeto. É uma mistura com capacidade de aderência e endurecimento formada por aglomerante, podendo ser cimento e/ou cal hidratada, agregado miúdo, a areia, e água, os quais, devido ao entrelaçamento dos cristais, formam uma espécie de malha resistente (GUIMARÃES, 1998; CARASEK, 2007). E ainda, as características das argamassas dependem da utilização para a qual as mesmas são preparadas: se para assentamento ou para revestimento, com suas variantes.

O sucesso na produção de uma argamassa, deve ser atribuído à preocupações com a quantidade e a qualidade das matérias-primas utilizadas. Dentre estas inclui-se as cales hidratadas, que nas argamassas, formam com a água uma mistura de consistência pastosa que adere às reentrâncias dos blocos construtivos, contribuindo para a melhoria dos aspectos mecânicos e reológicos úteis para a função de unir e revestir tais blocos (PAIVA; GOMES; OLIVEIRA, 2007; PRIORI JR. et al, 2006).

Essas cales devem obedecer a todos os critérios da NBR 7175/2003 – Cal Hidratada para Argamassas. No entanto, um ensaio realizado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) e presente no trabalho de Priori Jr. et al., demonstra bem a realidade dos produtos vendidos como cales no comércio brasileiro:

> Foram coletadas amostras para análise de 25 marcas de produtos vendidos como cal hidratada em todo o país. Como resultado das análises, constatou-se que, dentre elas, dez marcas tiveram que ser

> excluídas do processo, por serem produtos com outras características físicas e químicas que, embora comercializados como cal, na verdade não o eram. Das 25, apenas 15 marcas puderam ser submetidas a testes de laboratório e, entre elas, seis foram reprovadas. (PRIORI JR., L. et al, 2006)

Diante dessa situação, ocasionada principalmente por falha de fiscalização no processo de fabricação da cal, e sem a garantia da qualidade, o consumidor deixa de acreditar no produto "cal" como aglomerante, colocando-a em descrença, tendo em vista as inúmeras patologias verificadas quando da sua aplicação (CUKIERMAN; COSTA; SEABRA, 2003).

Faz-se necessário destacar, então, que a imagem negativa do produto é resultado da ineficiência dos fabricantes em produzir uma cal de qualidade, e não do produto "cal", já que ela pode atribuir às argamassas de revestimento, do ponto de vista técnico, características essenciais para a qualidade do desempenho com relação à função de aglomerante, à melhora na trabalhabilidade, ao aumento da resistência à penetração e à capacidade de retenção de água, além da contribuição na questão da deformabilidade e da resistência (GUIMARÃES, 1998).

Observando esse quadro, o presente projeto, compreendendo a utilidade da cal, procurou, por ensaios físicos realizados em laboratório, analisar e comparar os impactos causados por cales de diferentes qualidades quando acrescidas ao traço das argamassas de revestimento, especificamente no seu estado fresco, uma fase importante a ser estudada uma vez que estas são na grande maioria manuseadas e aplicadas ainda nesse estado, como destaca Sousa (2002).

MATERIAL E MÉTODOS

Determinação e caracterização dos materiais

Para início dos estudos foi preciso definir e caracterizar os materiais de partida para a produção das argamassas de revestimento.

- Cimento

Na Tabela 1 apresentam-se as propriedades físicas do cimento CP-II Z 32-RS determinadas no Laboratório de Construção Civil do IFRN-SPP, necessárias para cálculos de adequação da dosagem em diferentes unidades.

Tabela 1. Propriedades físicas do cimento Portland CP-II Z 32-RS. IFRN, 2016.

Propriedades Físicas	Valores	Norma

Massa Específica (g/cm³)	2,964	NBR NM 23/2001
Massa Unitária (g/cm³)	1,074	EN 459-2 e DIN 1060

- Cales hidratadas

Foram selecionados dois tipos de cales encontradas na região do Potengi a partir de uma percepção tátil visual. Foi intitulada de Cal A a que continha cor branca e com partícula bastante finas, e de Cal B a que apresentava cor amarelada e textura natural grossa.

A Figura 1 apresenta a Cal A, a Cal B em seu estado natural e a Cal B após um processo de beneficiamento por secagem em estufa aos 100ºC por 24 horas e por destorroamento manual, realizado com almofariz e uma mão de gral.

Figura 1. a) Aparência da cal A; b) aparência da cal B antes de beneficiamento e c) aparência da cal B depois do beneficiamento. IFRN, 2016.

Diante disso, foi realizada a caracterização das duas cales e qualificação com base nos padrões estabelecidos pela NBR 7175/2003. Concluiu-se que a Cal A apresentava os melhores resultados, diferentemente da Cal B que não atingiu as prescrições da norma, como é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físicas das cales. IFRN, 2016.

Determinação	**Cal A**	**Cal B**	**Limites Especificados NBR 7175/2003 – (CH-1)**
Massa Unitária (Conjunto De Determinação) (g/cm^3)	0,34	1,11	--------
Massa Unitária (Proveta) (g/cm^3)	0,41	1,19	--------
Massa Específica (g/cm^3)	2,31	2,67	--------
Finura F30 (%)	0,0	1,34	≤0,5%
Finura F200 (%)	1,2	14,94	≤10%
Retenção (150min) (%)	93,44	43,33	≥75%

- Agregado miúdo

A areia do tipo natural quartzosa, coletada na cidade de São Paulo do Potengi/RN, utilizada para as análises foi passada pela peneira de abertura 1,18 mm. Na Tabela 3 estão dispostas as propriedades físicas determinadas em conformidade com a norma NBR NM 52/2009.

Tabela 3. Massa unitária e massa específica da areia. IFRN, 2016.

Propriedades	Areia	Norma
Massa Unitária (kg/m³)	1440,00	NBR NM 52/2009
Massa Específica (kg/m³)	2611,00	NBR NM 52/2009

Além disso, através do ensaio granulométrico baseado na NBR NM 248/2003, encontrou-se o diâmetro máximo característico da areia, 1,18 mm, e o módulo de finura, 2,023, como apresentado na figura 2.

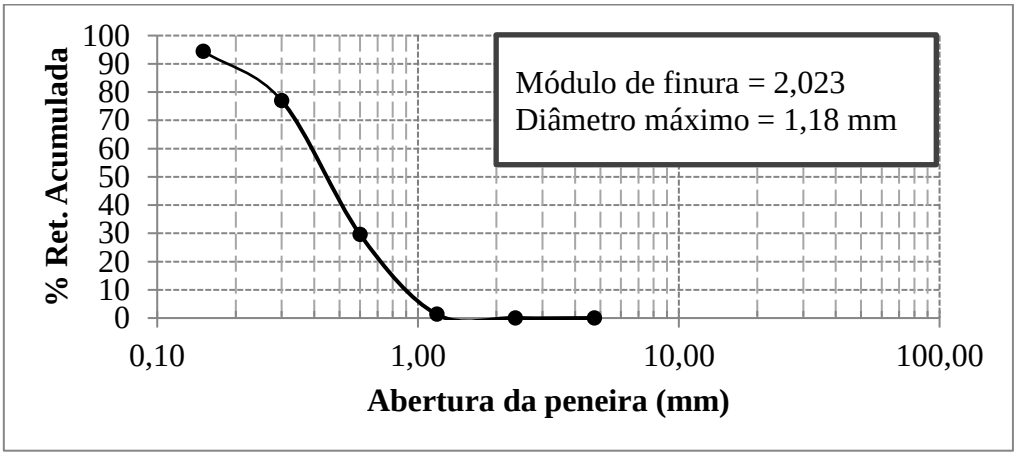

Figura 2: Curva granulométrica da areia natural quartzosa. IFRN, 2016.

E por fim, foi definida a partir da curva de inchamento, realizada seguindo adequadamente o ensaio de inchamento descrito na NBR 6467/2006, e foi encontrado a umidade crítica, 3,60%, e o inchamento médio da areia utilizada, 1,4, essencial para a correção do traço, já que é através desse dado que é possível converter um traço em volume com agregado úmido para um traço em volume com agregado seco.

Produção e amostragem dos traços das argamassas estudadas

Para que os objetivos desse trabalho fossem alcançados, utilizou-se três diferentes traços de argamassas de revestimento comumente utilizados na região do Potengi, interior do Rio Grande do Norte, onde localiza o Instituto Federal, e produzidos em argamassadeira com capacidade de 5 litros, de eixo central, no laboratório de materiais de construção do IFRN. Além disso, a fim de maior precisão e uniformização nos resultados, adotou-se a unidade de massa para as dosagens em laboratório, com a areia completamente seca, cuja quantidade foi corrigida pela sua curva de inchamento.

Encontra-se na Tabela 4, os traços em diferentes unidades e ainda a quantidade de água adotada para cada traço definida a partir das prescrições da NBR 13276/2005, que recomenda, adotar a água necessária para o índice de consistência de (260 ± 5) mm.

Tabela 4. Caracterização dos traços e quantidade dos componentes utilizados no estudo em laboratório. IFRN, 2016.

Identificação	$TUV_{úmido}^{*}$	TUV_{seco}^{**}	TUM^{***}	Água/Cim	Água/ Arg. Seca
Arg. padrão	1,0:5,73	1,0: 4,09	1,0: 5,49	1,441	0,222
Arg. c/ cal A^{sn}	1,0: 1,23: 5,73	1,0: 1,23: 4,09	1,0: 0,40: 5,51	1,381	0,200
Arg. c/ cal B^{sn}	1,0: 0,39: 5,73	1,0: 0,39: 4,09	1,0: 0,40: 5,53	1,500	0,216
*,** e *** = traço em unidade de volume com agregado úmido, com agregado seco e em unidade de massa, respectivamente.					
sn = seguem a norma NBR 13276/2005, na qual indica que as cales precisam passar pelo processo de maturação antes de comporem a argamassa.					

Realização dos ensaios

A pesquisa consistiu em comparar os resultados obtidos nos ensaios apresentados na Tabela 5 dos três diferentes traços de argamassa já apresentados em seu estado fresco.

Tabela 5: Ensaios realizados com as argamassas no estado fresco. IFRN, 2016.

Estado	Ensaio	Norma
Fresco	Índice de consistência	NBR 13276/2005
	Teor de ar incorporado	NBR 13278/2005
	Densidade de massa	NBR 13278/2005
	Consumo de cimento	-

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi analisado os traços já apresentados de argamassas de revestimento no estado fresco e obtido resultados expressivos, apresentados em seguida, para a intenção da pesquisa.

Avaliação do índice de consistência

Esse ensaio objetiva padronizar o índice de consistência no caso de falta de informação do volume de água na mistura da argamassa, no qual a NBR 13276/2005 define que essa quantidade ideal é aquela cuja o diâmetro da amostra alcançar o intervalo de 260±5mm, assim como mostra na Figura 3. A figura 4 apresenta os diâmetros atingidos por cada amostra, comprovando que o ensaio foi realizado atendendo a correspondente Norma. Neste ensaio, foi possível concluir que a amostra com Cal A necessitou de uma menor quantidade de água (Tabela 4) adicionada a argamassa de revestimento para alcançar o parâmetro recomendado, se caracterizando como a argamassa de melhor trabalhabilidade influenciando, de acordo com Carasek (2007), na capacidade de preenchimento mais eficiente dos vazios no substrato.

Figura 3: Realização do ensaio descrito pela NBR 13276/2005. IFRN, 2016.

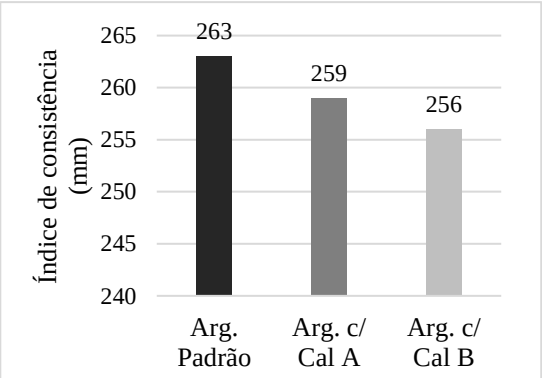

Figura 4: Diâmetros atingidos por cada amostra, atendendo a NBR 13276/2005. IFRN, 2016.

Consumo de cimento

Foi conhecido ainda a quantidade de cimento em kg/m³ de cada amostra analisada, por meio do cálculo de consumo de cimento. E a partir desse resultado, exposto na Figura 5, é possível concluir que as argamassas com cal apresentam os menores consumos, corroborando com Guimarães (1998), onde ele cita que do ponto de vista econômico e ambiental, a cal hidratada confere vantagens às argamassas já que sua utilização representa diminuição do custo do metro cúbico da argamassa, por permitir usar uma maior quantidade de agregados para uma mesma quantidade de cimento.

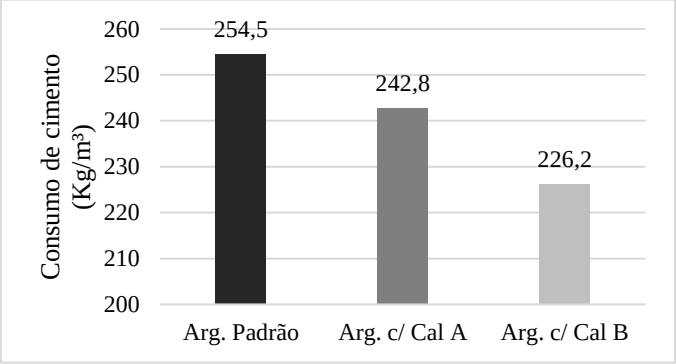

Figura 5: Consumo de cimento em kg/m³ das argamassas de revestimento. IFRN, 2016.

Densidade de massa e teor de ar incorporado

A Figura 6 contém os resultados do ensaio de densidade de massa no estado fresco dos traços estudados, e nele a argamassa de revestimento com Cal A e a sem cal demonstraram os resultados mais significativos, apresentando-se, deste modo, mais coesas e densas, relacionadas também pelo teor de ar incorporado, um grande influenciador na resistência, na compacidade e porosidade da argamassa de revestimento. A Figura 7 apresenta a expressividade dos resultados desse ensaio, demonstrando a péssima qualidade da argamassa com Cal B.

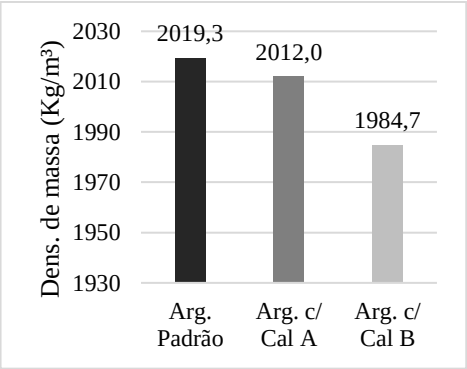

Figura 6: Densidade de massa no estado fresco das amostras. IFRN, 2016.

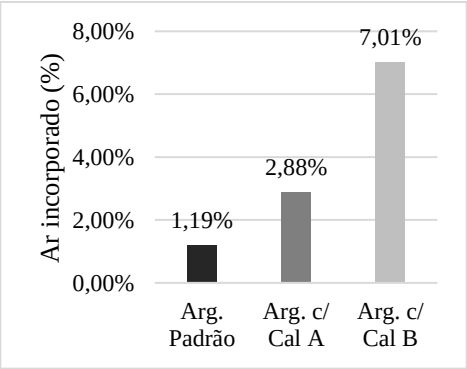

Figura 7: Teor de ar incorporado no estado fresco das amostras. IFRN, 2016.

CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que a participação da cal em uma argamassa de revestimento como aglomerante tem muito valor a agregar, principalmente no aspecto econômico e ambiental, constatado pelos dados, já que contribui na redução do consumo de cimento e também de água,

um recurso natural precioso. No entanto, devido à pouca fiscalização em relação a sua produção, apresenta-se no mercado com qualidade incerta, dessa forma, é essencial preocupar-se com a cal selecionada para ser utilizada, já que a escolha errada pode influenciar negativamente a eficiência e as propriedades da argamassa, sobretudo no seu estado fresco, como reforça os resultados dessa pesquisa. Com tudo, as críticas e cobranças dos consumidores buscando por garantia do controle de qualidade desse produto são pertinentes, já que dessa forma garante-se também a segurança, conforto e durabilidade das construções.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte pela concessão de apoio financeiro ao projeto através do edital 06/2016 e pelo espaço físico para a realização dos ensaios.

REFERÊNCIAS

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.

_____. **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.

_____. **NBR 13529:** Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 6467:** Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 7175:** Cal hidratada para argamassas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 23:** Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 248:** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 52:** Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo, IBRACON, 2007.

CUKIERMAN, Jairo; COSTA, Marienne R. M. M.;SEABRA, Mauro.**Programa da qualidade da cal hidratada para a construção civil – histórico do setor e avanços conquistados.** V Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. São Paulo, 2003. p.195-207.

GUIMARÃES, J. E. P.; **A cal: Fundamentos e aplicações na engenharia civil.** São Paulo: PINI. 1998.

SANTIAGO, Cybèle C.; **Argamassas tradicionais de cal.** Salvador, Edufba, 2007.

SOUSA, J.G.G.**; Estudo da reologia das argamassas de revestimento no estado fresco.** Natal: CBECIMAT.2002.