

**ESTUDO SOBRE A QUALIDADE DA CAL PRODUZIDA EM PERNAMBUCO E SUA INFLUÊNCIA NAS ARGAMASSAS**

**Luiz Priori Junior (1); Frederico Brennand (2); Ângelo Just Costa e Silva (3);
Romilde Almeida Oliveira (4)**

(1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, Rua do Príncipe 526, Recife, Pernambuco, 50050-900, Brasil.
e-mail: luizpriori@veloxmail.com.br

(2) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UNICAP.

(3) Professor Mestre, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco.

(4) Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco.

RESUMO

A cal hidratada, como material de construção, tem como uma das suas funções primordiais a contribuição para a melhoria das características mecânicas e reológicas das argamassas utilizadas para estabelecer a ligação entre blocos construtivos ou componentes de revestimento. Nas argamassas, o cimento e a cal, associados à água e a agregados inertes formam uma mistura pastosa que penetra nos vazios e cimenta os blocos construtivos. O papel da cal nas argamassas é conhecido, ainda hoje, mais pelo aspecto empírico do que realmente científico. As boas qualidades que o uso da cal hidratada proporciona às argamassas só se revelam quando os componentes têm características de acordo com as normas técnicas da ABNT. Em ensaio realizado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) com 25 marcas de produtos vendidos como cal hidratada em todo o país, apenas 9 foram aprovadas. Esse quadro, apresentado a nível nacional no ano de 2003, ainda se encontra bastante atual no estado de Pernambuco, pela falta de controle das cales lá produzidas. Este artigo relata os resultados obtidos em dois ensaios, realizados em laboratório, visando a comparar as características físicas de três cales utilizadas pelas construtoras na Região Metropolitana do Recife. O primeiro diz respeito a um estudo comparativo da relação entre massa específica a consistência obtida para a pasta e o segundo aborda a determinação da finura de três cales utilizadas na região e produzidas nos estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará. Constatou-se que, tendo como referência o traço 1:1:6, em volume, é possível o uso racional de uma cal de melhor qualidade, para intensificar as virtudes da argamassa e ainda proporcionar uma redução no custo final do produto.

Palavras-Chave: cal hidratada, argamassas.

ABSTRACT

The hydrated lime, as a construction material, has the main function to establish solid liaisons between construction bricks. In the masonry mortars composition the mixture of cement, hydrated lime, water and sand as aggregate is called “lime plaster” that penetrates in the empty spaces between the bricks cementing them. The role played by the hydrated lime in the mortar composition is knowing, even today, more as an empiric aspect then a really scientific research. The good qualities that the hydrated lime can provide to the mortar only happen when it has physically and chemically the characteristics described in the Standard Specifications by ASTM. In a test done by the INMETRO, (Brazilian National Institute for Metrology, Normalization and Industrial Quality), with 25 brands of hydrated limes, reveled that only 9 could be accepted as really lime. The poor quality of the lime produced in the Pernambuco State is worst than that. This paper describes two experiments done in laboratory. The first one to compare the specific mass and the absorption level, and the second one to determine the fineness percentage of three brands of lime, which are considered the best hydrated limes produced in the Brazilian states of Pernambuco, Paraíba and Ceará.

Key-words: hydrated lime, mortar.

1 INTRODUÇÃO

Como material de construção, a cal hidratada tem como função estabelecer a ligação, eficiente e duradoura, com ou sem aditivos, entre blocos construtivos que podem ser naturais ou artificiais. Nas argamassas, o cimento portland e a cal, associados à água e encorpados a agregados inertes, formam uma mistura pastosa que penetra nos vazios e reentrâncias cimentando os blocos construtivos à custa da cristalização dos hidróxidos e da reação química com o anidrido carbônico do ar atmosférico. As partículas muito finas do hidróxido, durante o endurecimento, incorporam-se formando cristais que, à medida que a água se evapora, aumentam em número e volume. De acordo com Guimarães (1985), os agregados ficam retidos por uma espécie de malha resistente formada pelo entrelaçamento desses cristais.

O papel da cal nas argamassas é conhecido, ainda hoje, mais pelo aspecto empírico do que realmente científico, segundo John (2003), apesar do grande esforço recente de pesquisa. As argamassas para uso externo, até a descoberta do cimento portland, no século XIX, só podiam ser produzidas por cal hidratada ou hidráulica, que era misturada ou não à cerâmica vermelha moída, outras pozolanas ou minerais naturais, como faziam os gregos, romanos e bizantinos. Muitas destas argamassas, depois de mais de 1000 anos de produzidas, ainda desempenham satisfatoriamente as suas funções.

O grande desenvolvimento do concreto nos últimos anos, como pode ser evidenciado com o aumento da resistência mecânica apresentada, deve-se à aplicação de conceitos de ciências e pesquisa, principalmente nos campos de materiais e química, gerando uma comunidade científica internacional na área de cimentos e concreto, ainda citando John (2003), sem paralelo na área das argamassas. Novos produtos são desenvolvidos nos diversos setores industriais, sem que tenha sido criado para as argamassas um corpo de conhecimento científico comum, o que dificulta a formação de recursos humanos e atividades de pesquisa na indústria, aumentando, assim, de forma significativa a probabilidade de desenvolvimento de produtos com desempenho deficiente a longo prazo.

Ensaio realizado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), mediante solicitação do DPDC (Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor) do Ministério da Justiça, evidencia bem a qualidade das cales produzidas no Brasil. 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 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE CAL, 2004).

Além do não atendimento aos critérios normativos, mesmo dentre as amostras aprovadas destaca-se grande variação entre os valores encontrados nos ensaios, que podem ter influência nas propriedades reológicas das argamassas.

2 A CAL HIDRATADA

Segundo a NBR 7175 – Cal Hidratada para Argamassas: “cal hidratada é um pó seco obtido pela hidratação da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio e uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio”.

A cal hidratada é um aglomerante aéreo, diferentemente do cimento, que é um aglutinante hidráulico, uma vez que endurece em razão da reação com a água de preparo da argamassa, a cal endurece pela recarbonatação, ou seja, pela reação com o anidrido carbônico presente no ar atmosférico. Nesta reação, os hidróxidos de cálcio e magnésio presentes na argamassa são transformados em carbonatos, como se recompondo a rocha que originou o produto, ou seja, o calcáreo.

A cal hidratada é quimicamente uma mistura de hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e magnésio $\text{Mg}(\text{OH})_2$, com teores variáveis da matéria-prima, a partir da qual o hidróxido é produzido, calcário (CaCO_3) ou dolomito ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) que possuem capacidade aglomerante (JONH, 2003).

Os compostos presentes na cal são, como matérias-primas, os carbonatos de cálcio CaCO_3 ou carbonatos de cálcio e magnésio $(\text{Ca},\text{Mg})\text{CO}_3$, os óxidos de cálcio CaO ou óxido de magnésio MgO . Além destes, as reações de calcinação e hidratação não são completas, por isto, também estão presentes na cal hidratada carbonatos de origem e óxidos não hidratados.

2.1 O ciclo da cal

Conforme representação esquemática mostrada na Figura 1, o ciclo da cal segue os seguintes passos:

Calcinação – os carbonatos presentes na matéria-prima (calcário e dolomita) são calcinados a altas temperaturas, gerando um acúmulo de energia.

Hidratação – a hidratação ocorre a partir da reação espontânea com a água ou umidade do ar, formando hidróxidos, com grande liberação de energia.

Carbonatação – após reação espontânea com o anidrido carbônico do ar, ocorre uma nova estabilização como carbonato.

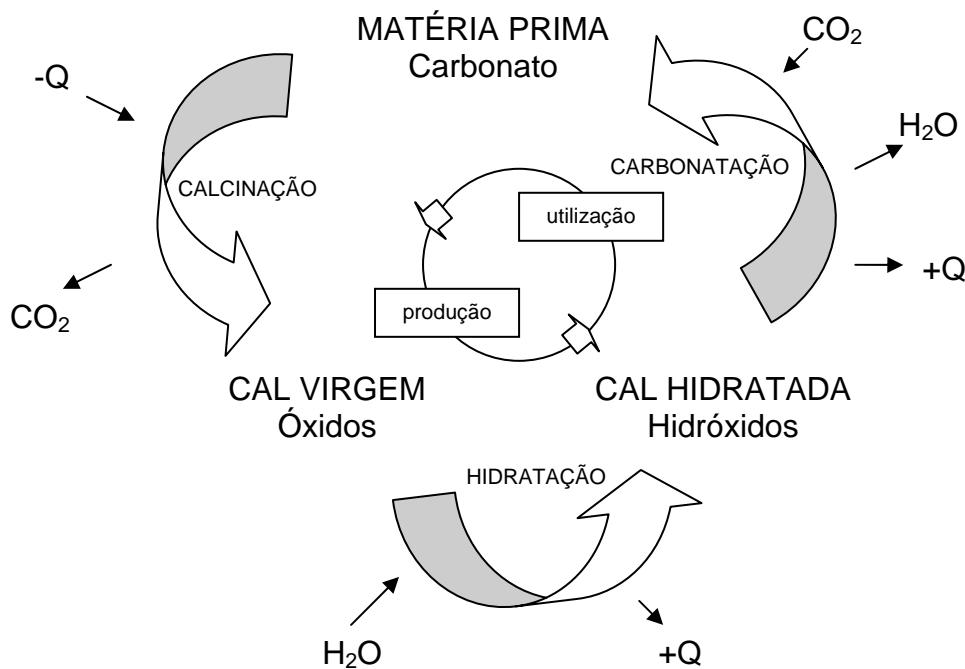


Figura 1 - Ciclo da cal

Uma vez que o endurecimento é devido à carbonatação dos hidróxidos, a melhor cal é aquela que foi bem calcinada e produzida a partir de matéria-prima rica em carbonatos.

A hidratação completa ou quase completa é também importante, pois, caso ocorra após a aplicação da argamassa, a mesma poderá apresentar problemas de expansão, gerando pequenas bolhas no revestimento aplicado, conforme se observa na Figura 2.



Figura 2 – Aspecto da expansão ocorrida em revestimento de argamassa devido à expansão decorrente da hidratação da cal virgem remanescente na parede, após a aplicação.

Além disso, como a capacidade aglomerante da cal é dada pelo teor de hidróxidos presentes, assim, os óxidos remanescentes precisam hidratar antes de carbonatar, pois esses representam uma fração potencialmente aglomerante da cal.

Como compostos presentes na cal, existem as impurezas como os carbonatos residuais, que são uma fração inerte da cal, que, no entanto, têm um efeito físico em razão da sua finura. Ainda como impurezas da matéria prima têm-se: óxidos não hidratados, quartzo e argilo-minerais, fração oriunda da interação argila-cal.

2.2 Normas para cal hidratada utilizada nas argamassas

As boas qualidades que o uso da cal hidratada proporciona às argamassas só se revelam quando os componentes têm características físicas e químicas de acordo com as normas técnicas (GUIMARÃES, 1997).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 7175:2003, estabelece características químicas e físicas da cal hidratada destinada à fabricação de argamassas, que estão contidas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Exigências químicas (Norma Brasileira – NBR 7175:2003)

Compostos		Limites		
		CH - I	CH - II	CH - III
Anidrido carbônico (CO ₂)	Na fábrica	≤ 5%	≤ 5%	≤ 13%
	No depósito	≤ 7%	≤ 7%	≤ 15%
Oxido não-hidratado calculado		≤ 10%	≤ 15%	≤ 15%
Óxidos totais na base de não-voláteis (CaO + Mg)		≥ 90%	≥ 88%	≥ 88%

Tabela 2 – Exigências físicas (Norma Brasileira – NBR 7175:2003)

Determinações		Limites		
		CH-I	CH-II	CH-III
Finura (% retida acumulada)	Peneira 0,600mm (nº 30)	≤ 0,5%	≤ 0,5%	≤ 0,5%
	Peneira 0,075mm (nº 200)	≤ 10%	≤ 15%	≤ 15%
Estabilidade		Ausência de cavidades ou protuberâncias		
Retenção de água		≥ 75%	≥ 75%	≥ 70%
Plasticidade		≥ 110	≥ 110	≥ 110
Incorporação de areia		≥ 3,0	≥ 2,5	≥ 2,2

De acordo com a ASTM C270 – *Standard Specifications for Mortars for Unit Masonry*, da American Society for Testing and Materials, os traços adotados para argamassas de cimento portland, cal hidratada e areia, para alvenaria, deveriam obedecer às seguintes proporções, sendo designados como: M (1:0:3), S (1: ½ : 4 ½), N (1:1:6), O (1:2:9) e K (1:3:12). Entre os traços descritos pela ASTM, o mais amplamente adotado nas obras da Região Metropolitana do Recife, para alvenaria estrutural, é o traço 1:1:6 (cimento:cal hidratada:areia).

3 A QUALIDADE DA CAL

Apesar da Norma Brasileira NBR 7175:03 – Cal Hidratada para Argamassas especificar os requisitos a serem atendidos pelas cales hidratadas, até 2003 muitos produtos no mercado não atendiam essas especificações, (CUKIERMAN et al, 2003), com isso o mercado consumidor estava deixando de acreditar no produto “cal”, abalando a sua imagem e destruindo as suas qualidades tanto como aglomerante quanto como bactericida. Os fabricantes de cal hidratada em conformidade com os requisitos das normas técnicas estavam enfrentando dificuldades frente à concorrência desleal dos produtores da cal sem conformidade.

3.1 A qualidade da cal produzida no estado de Pernambuco

Esse quadro, apresentado a nível nacional no ano de 2003, ainda se encontra bastante atual no estado de Pernambuco. Nenhuma empresa fabricante de cal no estado é associada à ABPC – Associação Brasileira dos Produtores de Cal – ou participa do PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat -, como também não produz cal hidratada em conformidade com a Norma Técnica ABNT NBR 7175/03.

Esforços foram feitos no sentido de qualificar e melhorar a produção da cal em Pernambuco. Em 2003 foi criado o ProCal – Projeto de Desenvolvimento da Produção e do Uso Racional da Cal –, uma ação do Senai juntamente com o Sebrae e com o apoio do sindicato das indústrias de cal do estado.

4 ENSAIOS COMPARATIVOS

Objetivando caracterizar a cal produzida em Pernambuco frente a cales produzidos em outros estados do Nordeste com ênfase para a influência das suas propriedades mais importantes na argamassa no seu estado fresco, foram realizados dois ensaios em laboratório. O primeiro para comparar a massa específica e a consistência obtida com a pasta e o segundo para determinação da finura.

4.1 Procedimentos experimentais

Foram utilizadas cales provenientes de três diferentes fabricantes, doravante denominadas “cal X”, “cal Y” e “cal Z”, a seguir descritas:

Cal X – Cal CH-II, cal hidratada, dolomítica, produzida em Pernambuco. Na embalagem não apresenta o selo de conformidade da ABPC.

Cal Y – Cal hidratada CH-I, dolomítica, produzida na Paraíba. Na embalagem não apresenta o selo de conformidade da ABPC.

Cal Z – Cal hidratada CH-I, calcítica, produzida no Ceará. Esta cal, segundo resultados obtidos em laboratórios técnicos da região, atende às normas da ABNT, no entanto, também não apresenta, na embalagem, o selo de conformidade da ABPC.

Tabela 3 – Caracterização física e química das cales utilizadas para o ensaio.

CAL	X	Y	Z	NBR 7175
Anidrido Carbônico –CO ₂ (%)	5,72	6,20	2,10	<u>≤ 7%</u>
Óxidos não hidratados calculados (%)	15,8	4,0	1,7	<u>≤ 10%</u>
Óxidos totais na base dos não voláteis (%)	85,7	91,3	97,5	<u>≥ 90%</u>
Finura – Peneira nº30 (%)	0,1	0,3	0,1	<u>≤ 0,5%</u>
Finura – Peneira nº200 (%)	25,5	6,7	0,4	<u>≤ 10%</u>
Massa unitária (kg/m ³)	595	498	383	

4.2 Metodologia utilizada

Foram pesados 250g de cada tipo de cal e colocados em três tubos de vidro graduados idênticos, ficando assim possível para uma mesma massa observar a variação em volume (Figura 3).

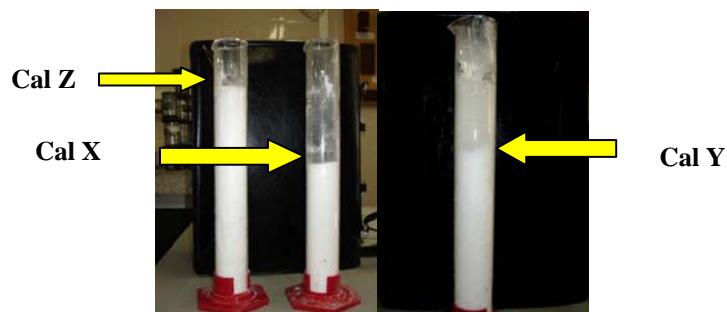


Figura 3 - Variação do volume de 250g das cales X, Y e Z

Observa-se pela Figura 3 que, no estado seco e solto, a cal Z (primeiro tubo da esquerda para a direita) apresentou para uma mesma massa um volume cerca de 90% maior que o da cal X (segunda da esquerda para a direita) e cerca de 30% maior que o da cal Y (primeira à direita). Esse comportamento pode ser facilmente observado quando se compara o volume das embalagens comerciais de 20kg das amostras ensaiadas.

Para avaliar a influência dessa característica no comportamento em uso da argamassa, em seguida, a massa de cada uma das cales foi reduzida para 100g, adicionando-se a cada tubo mais 100g de água (Figura 4).

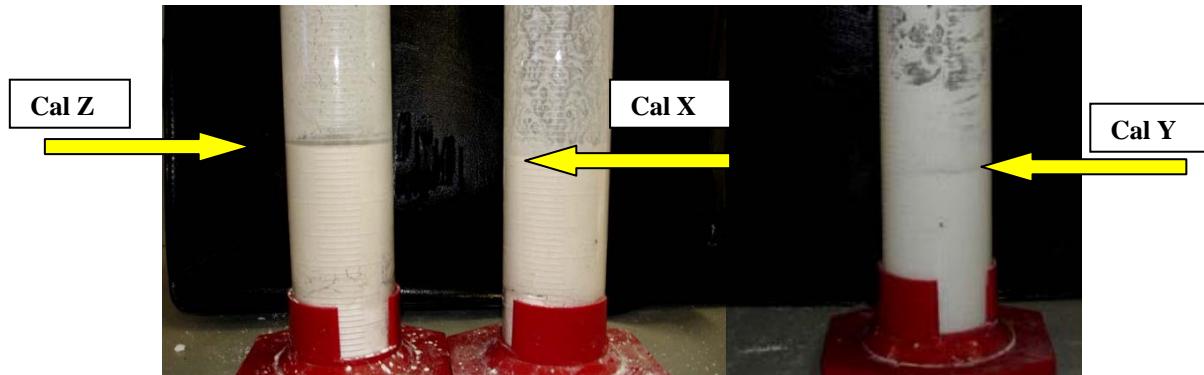


Figura 4 – Mistura de 100g de cal com 100g de água, da esquerda para a direita: cal Z, cal X e cal Y.

A partir dessa avaliação, evidencia-se pela Figura 4 que os volumes das misturas de 100g de cal e 100g de água ficaram praticamente iguais para os três tipos de cales, indicando diferença pouco significativa de desempenho quanto ao rendimento ou volume produzido na pasta.

Entretanto, a principal diferença de comportamento se verifica na consistência da mistura obtida, observando-se pastas com viscosidades crescentes na medida em que se incrementa a finura das cales (Figura 5). Assim, após a mistura, as amostra foram derramadas em um recipiente plano para atestar a sua consistência e nível de absorção de água.



Cal X

Cal Y

Cal Z

Figura 5 - Consistência das misturas de 100g de cal com 100g de água

Observa-se que a cal X, que contém grãos mais grossos, após a preparação da pasta apresentou um aspecto bastante fluido, enquanto a cal Z, mais fina, demonstrou maior poder de retenção de água e consequente maior viscosidade.

O emprego dessas cales em argamassas para revestimento utilizando condições padrão (mesmas dosagens e granulometria da areia) deve produzir misturas com propriedades mecânicas e, essencialmente, reológicas bastante distintas. Quando misturada à areia, a pasta mais encorpada tende a apresentar maior coesão e facilidade de espalhamento na base, proporcionando, com isso, maior aderência.

No segundo ensaio para determinar a finura das cales, foi utilizada uma peneira de finura 0,075mm (número 200), em metodologia adaptada da NBR 9289 (ABNT, 2000) – Cal Hidratada para Argamassas: Determinação de Finura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação do percentual de finura retida na peneira 200 foi determinada pela relação:

$$F_{200} = (R_{200}/M) \times 100$$

Onde R_{200} é o resíduo seco na peneira 200 em gramas e M é a massa da amostra inicial que neste caso foi de 50g (Tabela 4).

Tabela 4 – Percentual de finura retido na peneira 200

CAL	X	Y	Z	NBR 7175
R_{200}	17,6g	4,4g	1,1g	
F_{200}	35,2 %	8,8%	2,2%	$\leq 10\%$

No ensaio de finura foi evidenciado que a cal Z apresenta um índice de finura na peneira nº200 bem maior que as demais, e que a cal X seria reprovada como CH – II, uma vez que não atingiu os índices exigidos pela norma NBR 7175:2003. Cabe ressaltar que essa análise foi realizada de forma experimental em laboratório, não atendendo rigorosamente ao método proposto pela NBR 9289:2000.

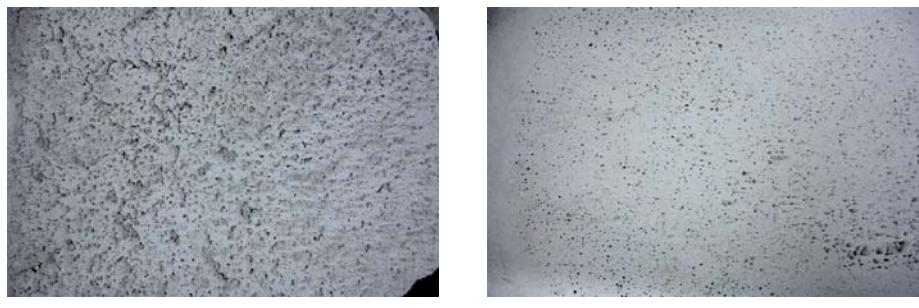
Para efeitos comparativos, a Tabela 5 contém os preços de venda praticados no mercado do Recife das cales pesquisadas e do cimento CP II Z, o mais utilizado pelas construtoras da região em estudo. Verifica-se que o preço da cal hidratada no mercado está próximo do cimento Portland, de modo que a dosagem empregada desse componente é representativa no custo final da argamassa.

Tabela 5 – Comparativo entre o preço do kg das cales ensaiadas e do cimento CP II Z 32 no mercado de Recife, coletado em 07.11.2005

	CAL X	CAL Y	Cal Z	CIM CP II Z
R\$ / kg	0,22	0,275	0,29	0,264

A consistência da mistura de cal hidratada e água, cujos resultados foram apresentados na figura, influí diretamente na plasticidade das argamassas produzidas com as referidas cales. Uma vez que a facilidade de espalhamento das argamassas contribui diretamente na sua função de estabelecer ligação, penetrando nos vazios, a plasticidade interfere no grau de aderência da argamassa aos blocos.

A comprovação dessa característica pode ser visualizada a partir de experimento realizado com duas amostras de argamassas de cal e areia de mesma dosagem, sendo uma produzida com a cal Y e a outra com a cal Z. O procedimento consistiu em aplicar as argamassas sobre uma base revestida com laminado plástico e, após o endurecimento, observar o aspecto da superfície das amostras que ficou em contato com o laminado. Conforme verificado na figura, a argamassa executada com a cal Y apresentou quantidade de vazios bastante superior à da argamassa executada com a cal Z, o que reduz a extensão de aderência, ou área de contato entre as camadas, comprometendo, assim, o desempenho dessa interface.



Cal Y

Cal Z

Figura 6 - Aspectos quanto à plasticidade e porosidade das argamassas produzidas com as cales Y e Z.

Os resultados desse experimento indicam, então, que para se obter uma argamassa com o mesmo nível de consistência é possível a utilização de uma menor quantidade de cal hidratada, desde que se disponha de cales mais finas. Com isso, reduz-se os custos devido ao menor consumo desse material.

É importante, entretanto, que essa economia para a confecção das argamassas às custas do menor consumo de cal seja efetuada de forma criteriosa, com rigoroso acompanhamento tecnológico para assegurar adequado desempenho também das propriedades mecânicas e da própria facilidade de espalhamento.

6 CONCLUSÕES

Pela observação da relação entre a massa e o volume das cales pesquisadas, podemos concluir que na produção de um traço de argamassa, medido em volume, a cal Z apresenta um potencial para redução de consumo superior às demais cales ensaiadas.

Num estudo de dosagem para um traço de argamassa, saindo do empirismo da experiência do mestre ou engenheiro de obras, o tecnologista realiza ensaios que determinam a melhor proporção entre os materiais componentes (dosagem racional), no caso das argamassas para alvenaria, o cimento portland, a cal hidratada e a areia. Pelo resultado do ensaio mostrado na Figura 3, pode-se observar que, para uma mesma proporção de água, a cal Z atingiu uma consistência bem mais plástica que as outras duas cales, assim, terá uma maior capacidade de incorporação de areia e, por esta razão, a quantidade necessária da cal Z, mesmo medida em massa, bem menor que a das cales X e Y para que a argamassa atinja a mesma plasticidade, mostrando ser a cal Z a potencialmente mais econômica.

As argamassas produzidas com a cal Z deverão apresentar uma melhor consistência e plasticidade, mostrando maior facilidade de espalhamento sobre a superfície dos blocos e, consequentemente, exercendo uma ligação mais eficiente e duradoura entre eles. Isso evidencia a eficiência da exigência quanto à finura das cales para um bom desempenho das argamassas.

Importante destacar a necessidade da realização de ensaios comparativos combinados entre a plasticidade e incorporação de areia das cales hidratadas com a consistência de argamassas fabricadas com essas cales utilizando métodos tradicionais (flow table) ou alternativos (squeeze flow). Além disso, é preciso salientar que também a areia tem influência significativa na reologia da argamassa, de modo que a obtenção de uma dosagem racional deve passar ainda pela avaliação criteriosa desse componente.

No traço mais utilizado em alvenarias estruturais 1:1:6 (cimento: cal hidratada: areia), o volume da cal hidratada é o mesmo do cimento portland, assim sendo, o uso racional de uma cal de melhor qualidade, que intensifique as qualidades da argamassa e ainda proporcione uma redução no custo do produto, torna-se bastante interessante.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7175: Cal hidratada para argamassas, Rio de Janeiro, 1992.

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

_____. **NBR 9289: Cal hidratada para argamassas – determinação de finura**, Rio de Janeiro, 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALSASTM C270 – Standard Specifications for Mortars for Unit Masonry. West Conshohocken, PA, USA, 1980.

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.

CUKIERMAN, Jairo; COSTA Marienne R. M. M.; SEABRA, Mauro. **Programa setorial da qualidade da cal hidratada para a construção civil – histórico do setor e avanços conquistados**. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Florianópolis, 2005.

GUIMARÃES, J. E. Passos: CINCOTTO, M. Alba. **As aplicações da cal nas construções civis**. São Paulo, CIP-Brasil. 1985.

GUIMARÃES, J. E. Passos . **A cal – fundamentos e aplicações na engenharia civil**. São Paulo, PINI. 1998.

JONH, Vanderley M. **Repensando o papel da cal hidratada nas argamassas**. V Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. São Paulo, 2003.

_____. **Negócios da Cal** . Publicação da Associação Brasileira de Produtores e Cal, nº. 81, São Paulo, 2004.

_____. **Negócios da Cal** . Publicação da Associação Brasileira de Produtores e Cal, nº. 83, São Paulo, 2004.