

## DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS DA CAL HIDRATADA VISANDO USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Walter Rubens Ribeiro Feitosa Batista<sup>1</sup>; Letícia Maria Macêdo de Azevedo<sup>2</sup>; Camila Gonçalves Luz Nunes<sup>3</sup>; Valter Ferreira de Sousa Neto<sup>4</sup>; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Graduando em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande-PB; [walter\\_rubens1@hotmail.com](mailto:walter_rubens1@hotmail.com); [leticia\\_azevedo@hotmail.com](mailto:leticia_azevedo@hotmail.com); [camilanunes.engcivil@hotmail.com](mailto:camilanunes.engcivil@hotmail.com); [valterneto51@gmail.com](mailto:valterneto51@gmail.com)

<sup>5</sup> Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Civil; Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Campina Grande-PB; [ana.duartemendonca@gmail.com](mailto:ana.duartemendonca@gmail.com)

**RESUMO** : A área de análise e caracterização de materiais vem crescendo bastante nos últimos anos, principalmente devido à constante necessidade humana em suprir suas faltas. Assim, cresce o processo rigoroso da seleção dos materiais utilizados no processo de fabricação de bens, o que favorece o desenvolvimento das pesquisas na área. Ao fazer uso de materiais, até então não utilizados para um determinado fim, é necessário tomar conhecimento de suas propriedades e características para que se possa analisar a influência de sua aplicação em produtos que compõem a construção civil, como propriedade mecânica, bioatividade, imunogenicidade, eletrônicas, magnéticas, ópticas, químicas, térmicas e até mesmo a combinação de duas ou mais destas propriedades. Este trabalho tem como objetivo caracterizar a Cal hidratada visando sua utilização como insumo na construção civil. Foram realizados ensaios de caracterização física, química e mineralógica da Cal hidratada, destacando-se a análise granulométrica por difração laser (AG), análise química (AQ), análise termodiferencial e gravimétrica (DTA e TG) e difração de raios X (DRX) com a finalidade de determinar o seu estado de cominuição, componentes químicos e fases mineralógicas presentes. Conforme os resultados obtidos pode-se verificar que a Cal hidratada apresentou uma composição química satisfatória para utilização na construção civil, especialmente em misturas asfálticas. Além de apresentar uma excelente composição granulométrica o que permite ser utilizada em misturas asfálticas contribuindo significativamente para um bom empacotamento das partículas, proporcionando a redução de vazios e defeitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** caracterização, materiais alternativos, sustentabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por materiais alternativos se encontra em constante desenvolvimento, isso se deve o fato de que se faz necessário buscar novos meios de produção de bens, sem a exploração das fontes escassas de matéria-prima. Porém, ao fazer uso de novos materiais é necessário tomar conhecimento de suas propriedades e características para que se possa analisar a influência de sua aplicação em produtos que compõem a construção civil, como propriedade

mecânica, bioatividade, imunogenicidade, eletrônicas, magnéticas, ópticas, químicas, térmicas e até mesmo a combinação de duas ou mais destas propriedades.

A degradação ambiental, o risco de colapso ecológico e o avanço da desigualdade e da pobreza são sinais eloquentes da crise do mundo globalizado. A sustentabilidade é o significante de uma falha fundamental na história da humanidade; crise de civilização que alcança seu momento culminante na modernidade, mas cujas origens remetem à concepção do mundo que serve de base à civilização ocidental. A sustentabilidade é o tema do nosso tempo, do final do século XX e início do século XXI, da transição da modernidade truncada e inacabada para uma pós-modernidade incerta, marcada pela diferença, pela diversidade, pela democracia e pela autonomia (LIMA, 2008).

O discurso do desenvolvimento sustentável foi sendo legitimado, oficializado e difundido amplamente com base na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, celebrada no Rio de Janeiro, em 1992.

A justificativa principal deve-se ao agravamento dos problemas ambientais, quando, as questões ambientais deixaram de ser uma preocupação restrita a alguns profissionais tradicionalmente vistos como responsáveis por problemas dessa ordem. Atualmente esse tema envolve todos, uma vez que todos estão sujeitos aos efeitos dos problemas ambientais, tanto regional quanto globalmente. Isto significa afirmar que a referida temática transcende o envolvimento apenas de biólogos, de geógrafos ou de ecologistas, mas estende-se a todos os cidadãos (COSTA, 2007).

A NBR 7175 (ABNT, 2003) define a cal hidratada como sendo um pó seco proveniente da hidratação da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ou de uma mistura de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e hidróxido de magnésio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), ou também, de uma mistura de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  e óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ), sendo designada de acordo com os teores de óxido não hidratados e de carbonatos.

A cal é usada com o propósito de unir e revestir as alvenarias, devido à plasticidade e durabilidade que acrescenta as argamassas. Deve-se ter bastante cautela ao se comprar e até mesmo no preparo, para que sejam evitados problemas como rachaduras e desprendimento (Bezerra, 2010). A cal hidratada possui várias propriedades que favorecem a sua utilização como, por exemplo, a trabalhabilidade, boa aderência, rendimento, retenção de água, durabilidade, agir como bactericida, entre outros (Teixeira, 2013). Tem-se com o uso da cal uma melhor trabalhabilidade, boa aderência e maior rendimento na mão-de-obra.

Além destas características a cal hidratada tem enorme capacidade de retenção de água em torno de suas partículas, favorecendo desta maneira a reação desta com o cimento Portland. Por ser um produto alcalino, a cal hidratada impede a oxidação das ferragens e, também por essa característica, atua como bactericida e fungicida. Além disso, evita que se formem manchas e apodrecimento precoce dos revestimentos (TEIXEIRA, 2013).

Argamassas que possuem cal hidratada como constituinte tem boa resistência à compressão, tanto para assentamentos como para revestimentos, apresentam também baixo módulo de elasticidade, ou seja, absorvem melhor as pequenas movimentações das construções, evitando trincas, fissuras e até o descolamento dos revestimentos (LEIRIAS *et al.*, 2005).

A cal é obtida através de um processamento de rochas. Para rochas carbonatadas de calcário (variedade de rocha onde o constituinte principal é o carbonato de cálcio), o agregado obtido é submetido à ação do calor (processo denominado calcinação) em fornos apropriados, com temperatura entre 850°C e 1200°C. Nesta reação química, o carbonato de cálcio, sob a ação do calor, se decompõe, formando o óxido de cálcio (cal) e o dióxido de carbono, sendo que este gás se desprende resultando basicamente a cal (BEZERRA, 2010).

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

Para realização deste estudo utilizou-se a Cal hidratada proveniente da comercialmente conhecida como “MegaÓ”, adquirida no mercado em sacos plásticos de 10 kg. A cal foi retirada da embalagem comercial e acondicionada em sacos plásticos devidamente lacrados de forma a não modificar as propriedades originais.

### **2.2 Metodologia**

Foram realizados ensaios de caracterização física, química e mineralógica da Cal hidratada, destacando-se a análise granulométrica por difração laser (AG), análise química (AQ), análise termodiferencial e gravimétrica (DTA e TG) e difração de raios X (DRX) com a finalidade de determinar o seu estado de cominuição, componentes químicos e fases mineralógicas presentes.

### **Análise Granulométrica**

Neste método é combinada a relação proporcional entre a difração a laser e a concentração e o tamanho de partículas. Para realização deste ensaio a amostra da cal hidratada foi beneficiada em peneira ABNT nº 80(0,18mm), dispersa em 250 ml de água destilada em um agitador na velocidade de 17.000rpm, por 20 minutos; em seguida, foi colocada em modo úmido, até atingir a concentração ideal.

### **Análise Química**

Após beneficiada em peneira ABNT Nº 200 (0,074 mm), a cal hidratada foi caracterizada quanto à composição química, pelo método de Espectrofotometria Fluorescente de Raios-X, onde serão identificados os constituintes químicos dos materiais em estudo.

### **Análise Termodiferencial e Termogravimétrica**

As análises térmicas diferenciais (ATD) e termogravimétricas (TG) da cal hidratada foram realizadas a temperatura máxima de 1000°C, o padrão utilizado nos ensaios de ATD é o óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) calcinado operando a 12,5°C/min. A massa utilizada será em torno de  $4.0 \pm 0.5$  gramas.

### **Difração de Raio - X**

A difração de raios X é uma técnica que utiliza o espalhamento coerente da radiação x, por estruturas organizadas (cristais), permitindo realizar estudos morfológicos em materiais, determinando sua estrutura cristalina e sua fração percentual.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A NBR 7175 (ABNT, 2003) define a cal hidratada como sendo um pó seco proveniente da hidratação da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ou de uma mistura de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e hidróxido de magnésio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), ou também, de uma mistura de

Mg(OH)<sub>2</sub> e óxido de magnésio (MgO), sendo designada de acordo com os teores de óxido não hidratados e de carbonatos.

A cal é usada com o propósito de unir e revestir as alvenarias, devido à plasticidade e durabilidade que acrescenta às argamassas. Deve-se ter bastante cautela ao se comprar e até mesmo no preparo, para que sejam evitados problemas como rachaduras e desprendimento.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores da composição química da cal. Analisando os resultados obtidos, verifica-se que a cal possui um elevado teor de óxido de cálcio (CaO) e baixo teor de óxido de magnésio, sendo os valores de 49,35% e 26,45% respectivamente. Quanto aos demais componentes encontrados na composição química da cal, como principais impurezas, apresentam valores inferiores a 2%.

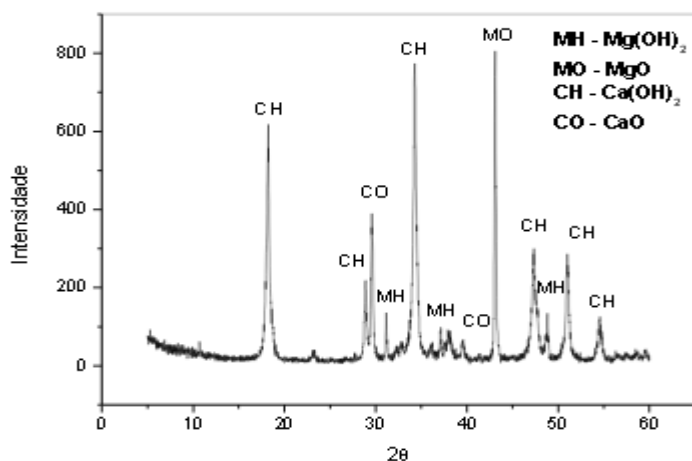
**Tabela 1:** Composição química da Cal Hidratada.

Composição Química	
Óxido de cálcio (CaO)	49,35%
Óxido de magnésio (MgO)	26,45%
Dióxido de silício (SiO <sub>2</sub> )	1,88%
Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,26%
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,22%
Óxido de potássio (K <sub>2</sub> O)	0,06%
Óxido de estrôncio (SrO)	0,04%
Óxido de cobre (CuO)	0,01%
Carbono (C)	0,00%
Perda ao fogo	21,74%

De acordo com esta composição a Cal Hidratada pode ser considerada como sendo dolomítica por apresentar como principais compostos o óxido de cálcio e o óxido de magnésio. Esta composição favorece a utilização desta cal para produção de argamassas de assentamento e revestimento (SILVA, 2006).

A Figura 1 ilustra o difratograma de raios-x da Cal Hidratada.

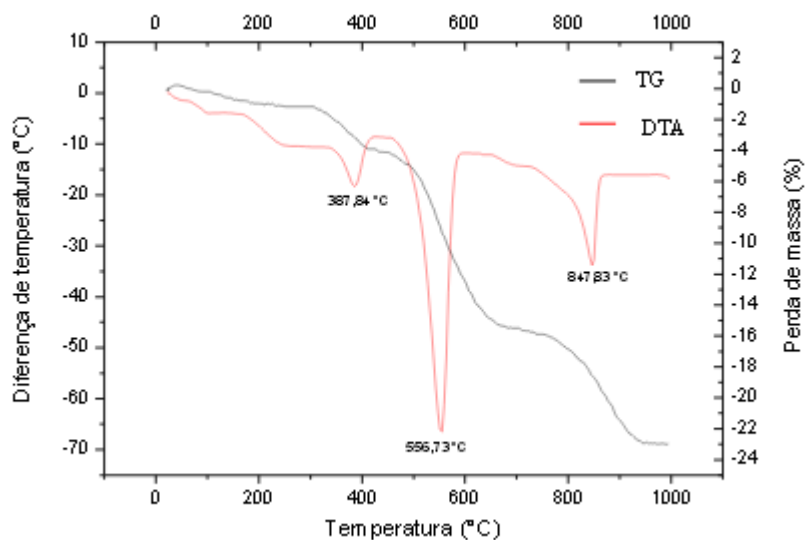
**Figura 1:** Difratograma de raios-x da Cal Hidratada.



Analisando a Figura 1, observa-se que a cal é constituída basicamente de portlandita, brucita e os óxidos de cálcio e magnésio, com a presença de picos referentes à MgO, CaO, Ca(OH)<sub>2</sub> e Mg(OH)<sub>2</sub>.

A Figura 2 ilustra as curvas de análises termodiferencial e termogravimétrica Cal hidratada.

**Figura 2:** Curvas das análises termogravimétrica e térmica diferencial da Cal hidratada.

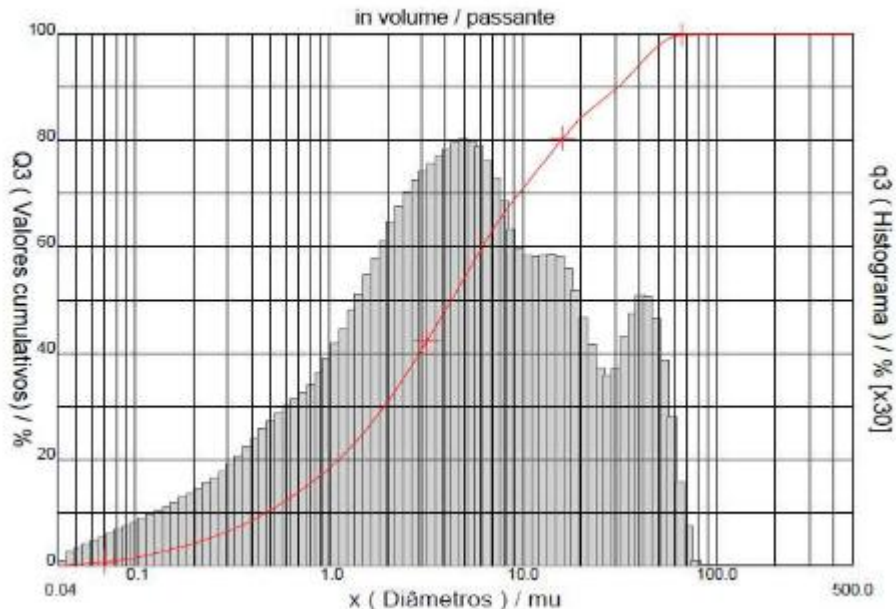


Analisando as curvas da Figura 2, verifica-se que a amostra apresenta picos endotérmicos de pequena intensidade a 387,84°C correspondente a desidroxilação da brucita (Mg(OH)<sub>2</sub>), de grande intensidade a 556,73°C correspondente a desidroxilação da portlandita (Ca(OH)<sub>2</sub>) e a 847,83°C considerado de média intensidade correspondente a decomposição do carbonato de cálcio

(CaCO<sub>3</sub> ou calcita como é conhecido). Para análise termogravimétrica tem-se uma perda de massa de 23% correspondendo as perdas de massa de Mg(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> e CaCO<sub>3</sub>.

A Figura 3 ilustra a distribuição granulométrica por difração a laser da Cal hidratada.

**Figura 3:** Distribuição granulométrica por difração a laser da Cal hidratada.



A Figura 3 apresenta a curva granulométrica por difração a laser da cal. De acordo com o comportamento obtido para distribuição granulométrica da cal, observa-se, pela Figura 5, que a curva apresentou comportamento modal com diâmetro médio de 9,87µm, com D10 de 0,47µm, D50 de 4,28µm e D90 de 30,84µm. Para esta cal não existe partículas superiores a 100µm.

Analisando os valores obtidos verifica-se que a cal possui elevado teor de finos, apresentando para o diâmetro de 5µm um percentual de 54,30%

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se verificar que a Cal hidratada apresentou uma composição química satisfatória para utilização na construção civil, especialmente em misturas asfálticas. Além de apresentar uma excelente composição granulométrica o que permite ser utilizada em misturas asfálticas contribuindo significativamente para um bom empacotamento das partículas, proporcionando a redução de vazios e defeitos.

## 5. REFERENCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7175**: cal hidratada para argamassas. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BEZERRA, I. M. T. Cinza da casca do arroz utilizada em argamassas de assentamento e revestimento. Mestrado (Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, fls. 108, 2010.

LEIRIAS, H. S.; FERREIRA, H. C.; CONCIANI, W. Estudo da influência da cinza da casca de arroz na massa de argila para produção de blocos cerâmicos 8 furos. Seminário Mato-Grossense de Habitação de Interesse Social, 2005, Cuiabá. Anais... Cuiabá: CEFETMT, EdUFMT, p. 469-476, 2005.

LIMA, G. F. da C. **CRISE AMBIENTAL, EDUCAÇÃO E CIDADANIA**: Os desafios da sustentabilidade emancipatória. In LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. & CASTRO, R. S. de (orgs.). **EDUCAÇÃO AMBIENTAL**: repensando o espaço da cidadania. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

M. D. COSTA; C. H. L. PIMENTEL, C. C. NÓBREGA. Avaliação de Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde em Hospitais em João Pessoa – PB. In: 1º SINRES Simpósio Nordeste de Resíduos Sólidos, Campina Grande-Pb, 2007.

SILVA, N. G. Argamassa de Revestimento de Cimento, Cal e Areia Britada de Rocha Calcária. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2006.

TEIXEIRA, J. M. C. Utilização dos Produtos da Combustão do Carvão Mineral como Aditivos na Produção de Argamassa para Revestimento. Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais), Universidade Federal do Ceará, fls. 101, Fortaleza – CE, 2013.