

ENGENHARIAS:

BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA

E PARA A SOCIEDADE

Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIAS:

BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA

E PARA A SOCIEDADE

Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: benefícios para a indústria e para a sociedade

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Amanda Fernandes Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: benefícios para a indústria e para a sociedade / Organizadora Amanda Fernandes Pereira da Silva. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0343-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.432222806>

1. Engenharia. 2. Indústria. 3. Sociedade. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizadora). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Um paradigma que expande seu domínio de conceitos teóricos para aplicações no mundo real, é o campo das Engenharias. É capaz de incorporar muitos conceitos tecnológicos em diferentes setores. Juntamente com a pesquisa e a busca por inovações frente ao serviço da indústria, possibilita a existência de uma transição de serviços que contemplem uma indústria mais sustentável, centrado na sociedade e resiliência.

Nesse contexto, o intuito da obra “Engenharias: Benefícios para a indústria e para a sociedade” foi de colaborar com pesquisas que abordem a inovação aprimorada para a indústria e o ser humano afim de impulsionar e corroborar ideias de pesquisa que se utilizem da sustentabilidade como estratégia principal. Em todos os trabalhos fornecidos compreende-se a busca por alternativas viáveis e sustentáveis com relação à medicamentos, energias alternativas e menos poluentes, otimização no uso de máquinas e consumos de energia, reutilização de resíduos e áreas correlacionadas.

A necessidade de mudanças tem sido reconhecida pela indústria há bastante tempo e é motivada devido aos potenciais impactos ambientais, altos investimentos nas tecnologias de fabricação de materiais e, conseqüentemente, agravamento de desigualdades de impacto social. Desta maneira, é importante a disseminação de pesquisas que englobem aspectos ecológicos e sociais, que tenham como foco a economia atrelada aos benefícios e oportunidades sociais que resultem em sustentabilidade.

Em face ao exposto, esta obra abrange estudos práticos da área de engenharia realizados por pesquisadores do país que enfatizam essencialmente indústria-engenharia de sucesso para construir um meio mais sustentável adequado ao contexto real.

Amanda Fernandes Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APPLICATION OF THE SIX SIGMA METHODOLOGY FOR THE LONGEVITY OF BON TOOLS IN TAB BOND MACHINES

José Heriberto Simental Vázquez

Sergio Escobedo Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4322228061>

CAPÍTULO 2..... 13

UMA PROPOSTA PARA SE AGREGAR VALOR ENERGÉTICO A RESÍDUOS SÓLIDOS DE QUALQUER TIPO DE MADEIRA

Sérgio Renato da Silva Soares

Marcelo Mendes Vieira

Karolina Fernandes

Robson Leal da Silva

Luana Góes Soares da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4322228062>

CAPÍTULO 3..... 25

BANCADA DE GERAÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO O PRINCÍPIO INVERSO DA ROSCA DE ARQUIMEDES

Carolina Bruski Gonçalves

Paulo Marcos Flores

Rodrigo José Maslonek

Eliara Marin Piazza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4322228063>

CAPÍTULO 4..... 40

A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: MEDICAMENTOS

Rafaela Baldi Fernandes

Alan Henrique Carneiro Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4322228064>

CAPÍTULO 5..... 47

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CAL COMO ADIÇÃO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS

Amanda Fernandes Pereira da Silva

Alefen Silva de Sousa

Halisson Diogo de Moura Leal

João Bráz Araújo Neto

Marcos Alécio Campos da Silva

Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4322228065>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 60

ÍNDICE REMISSIVO.....	61
-----------------------	----

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CAL COMO ADIÇÃO EM ARGAMASSAS CONVENCIONAIS

Data de aceite: 01/06/2022

Amanda Fernandes Pereira da Silva

Alefen Silva de Sousa

Halisson Diogo de Moura Leal

João Bráz Araújo Neto

Marcos Alécio Campos da Silva

Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

RESUMO: O uso da argamassa na construção civil é de extrema importância e está ligada a obras com várias finalidades. Há quem procura meios para aperfeiçoar a sua utilização, um deles como proposto nessa pesquisa é a substituição parcial do aglomerante cimento pela cal com a finalidade de obter melhoria nas propriedades proposto pela argamassa. No presente trabalho foi usado o traço (1:3:0,6) de cimento, areia e água para argamassa convencional e o traço (1:1:6:1,2) de cimento, cal, areia e água para adição da cal. Analisado por meio de ensaio, a capacidade de resistir a esforços de compressão para corpos de prova sem a presença da cal obteve valores mais elevado, por outro lado, a resistência à aderência a tração se tratando da cal ela possui boa aderência em relação a convencional, melhorando também a trabalhabilidade em relação a convencional quando em contato com a água partículas finas presente nela reduz o atrito entre os grãos de areia e maior rendimento da mão de obra. Além da cal reter água juntamente

com o cimento Portland, possui baixo módulo de elasticidade o que acaba por não sofrer tão rapidamente a pequenas movimentações que futuramente poderia ocorrer formação de trincas. Com os ensaios apresentados conclui-se que o objetivo procurado pelo presente trabalho foi atendido.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassa fresca. Argamassa Endurecida. Cal Hidráulica. Trabalhabilidade.

ABSTRACT: The use of mortar in civil construction is extremely important and is linked to works with various purposes. There are those looking for ways to improve its use, one of them, as proposed in this research, is the partial replacement of cement binder by lime in order to improve the properties proposed by the mortar. In the present work, the mixture (1:3:0.6) of cement, sand and water was used for conventional mortar and the mixture (1:1:6:1.2) of cement, lime, sand and water was used to add the lime. Analyzed through testing, the ability to resist compressive efforts for specimens without the presence of lime obtained higher values, on the other hand, the tensile adhesion strength in the case of lime it has good adhesion compared to conventional, also improving workability compared to conventional when in contact with water fine particles present in it reduces the friction between the grains of sand and greater performance of the workforce. In addition to lime retaining water along with Portland cement, it has a low modulus of elasticity which does not suffer so quickly from small movements that in the future could cause cracks to form. With the tests presented, it is concluded

that the objective sought by the present work was met.

KEYWORDS: Fresh mortar, Hardened mortar, Hydraulic lime, Workability.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil vem desenvolvendo novas técnicas construtivas com isso aumenta a necessidade de construir, o que pode levar a uma melhoria no decorrer de cada construção e o seu aperfeiçoamento. Há algumas evoluções nesse processo construtivo, a argamassa por sua vez pode ser usada tanto com o traço convencional como pela adição da aglomerante cal para melhoria de algumas propriedades.

A cal hidratada é um pó de cor branca resultante da combinação química dos óxidos anidros da cal virgem com a água. Para a obtenção da cal hidratada Bauer (2015) diz que é feito um processo na qual a cal viva é moída e misturada com uma quantidade exata de água e, por fim, a cal hidratada é separada da não hidratada e das impurezas por peneiramento ou por ar.

Assim como exposto na Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2009) na argamassa apenas com a cal, destacam-se as propriedades de trabalhabilidade e a capacidade de absorver deformações. Entretanto, são reduzidas as suas propriedades de resistência mecânica e aderência.

Encontra-se também no ABCP (2009) que em argamassas mistas, de cal e cimento, devido à finura da cal há retenção de água em volta de suas partículas e conseqüentemente maior retenção de água na argamassa. Assim, a cal pode contribuir para uma melhor hidratação do cimento, além de contribuir significativamente para a trabalhabilidade e capacidade de absorver deformações.

A NBR 7175(2003) expõe determinados requisitos com finalidade de avaliar as características físicas e químicas do material. Ela pode ser usada para comparar por meios de ensaios as características da cal hidratada, a fim de tornar possível um diagnóstico mais preciso em relação à sua qualidade.

Trata-se uma pesquisa experimental que relata a influência da cal hidráulica NHL5 como adição na argamassa convencional com traço volumétrico de traço (3:1:0,6). Com o intuito de obter argamassa com melhoria em suas propriedades para o uso na construção civil, utilizou-se o uso de ensaios tanto no estado fresco como endurecido da argamassa.

2 | A CAL HIDRÁULICA

2.1 Fabricação

De modo geral, a cal hidráulica pode ser classificada como um produto intermediário entre a cal virgem e o cimento Portland. Resulta da calcinação de calcários argilosos,

procedimento que produz a combinação do óxido de cálcio com a sílica-quartzo e os minerais argilosos, formando relativa alta porcentagem de compostos com propriedades hidráulicas (GUIMARÃES, 2002).

A cal hidráulica é fabricada por processos semelhantes aos da fabricação da cal aérea. Obtém-se por calcinação de calcários margosos (8 a 20% de argilas), a temperaturas entre 1000°C a 1500°C, preferencialmente em fornos contínuos verticais de alvenaria e revestimento refratário. Deste processo, obtém-se óxido de cálcio, silicatos e aluminatos de cálcio, capazes de se hidratarem conferindo hidráulicidade à cal (COELHO et al., 2009).

Assim que foi descoberto o modo de fabricação e obtenção da cal, as obras antigas tinham o seu próprio tanque de queima, onde as pedras de cal virgem eram moídas, misturadas com água, atualmente é encontrada comercializada, fornecida em sacos de 20 Kg e pronta para o consumo.

2.2 Temperatura: fator de sustentabilidade

A cal é um aglomerante no qual possui porosidade e permeabilidade elevadas, o que proporciona a liberação da humidade em forma de calor, com isso acaba por proteger as alvenarias e prevenindo a formação de condensações.

Temperaturas mais baixas de produção, em comparação com outros ligantes, tais como o cimento Portland, exigem menos combustível e permitem que uma produção em pequena escala ocorra perto de fontes de calcário, reduzindo assim os custos de transporte e a poluição (EDWARDS et al., 2007).

Comparativamente às argamassas de cimento, estas apresentam consumos energéticos bastante mais elevados, uma vez que a sinterização do clínquer ocorre a temperaturas perto do dobro das de produção de cal hidráulica natural, assim como a moagem do clínquer do cimento consome muito mais energia que a da cal hidráulica. Existe também um maior consumo de recursos naturais (água, margas calcárias, transportes) inerentes à produção do cimento (FARIA et al., 2012a).

Segundo Faria et al (2012b) a cal hidráulica natural constitui assim um ligante hidráulico mais sustentável comparativamente ao cimento e apresenta, à partida, uma maior compatibilidade com as características dos suportes antigos onde venha a ser aplicada.

2.3 Normas para uso da cal hidratada em argamassas

A NBR 7175 (2003) relata os requisitos exigíveis no recebimento da cal hidratada no que diz respeito a características químicas e físicas para argamassas na construção civil. As tabelas 1 e 2 a seguir expõem de forma detalhada os requisitos.

Compostos		Limites		
		CH-I	CH-II	CH-III
Anidrito Carbônico (CO ₂)	Ná fábrica	≤ 5%	≤ 5%	≤ 13%
	No depósito	≤ 7%	≤ 7%	≤ 15%
Óxidos de cálcio e magnésio não hidratado calculado (CaO+MgO)		≤ 10%	≤ 15%	≤ 15%
Óxidos totais na base de não-voláteis (CaOt+MgOt)		≥ 90%	≥ 88%	≥ 88%

Tabela 1- Exigência química
Fonte: NBR 7175:2003, 2018

Compostos		Limites		
		CH-I	CH-II	CH-III
Finura (%retida acumulada)	Peneira 0,600mm	≤ 0,5%	≤ 0,5%	≤ 0,5%
	Peneira 0,075mm	≤ 10%	≤ 15%	≤ 15%
Retenção de água		≤ 75%	≤ 75%	≤ 70%
Incorporação de areia		≥ 3,0%	≥ 2,5%	≥ 2,2%
Estabilidade		Ausência de cavidade ou produberâncias		
Plasticidade		≥ 110	≥ 110	≥ 110

Tabela 2 - Exigência química
Fonte: NBR 7175:2003, 2018

3 I METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma pesquisa realizada em laboratório ocorrida em 2 fases diferentes: 1ª Fase –Caracterização das argamassas no estado fresco, com o ensaio relacionado a consistência; 2ª Fase – Caracterização das argamassas no estado endurecido, através do arrancamento medindo a aderência e resistência a compressão com os corpos de prova. Para (GIL, 2008) a pesquisa experimental acontece quando se determina um objeto de estudo, seleciona-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, define-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

3.1 Materiais utilizados

3.1.1 Argamassa convencional

Foi usado argamassa mista que possui em sua composição cimento, areia e água (1:3:0,6). O aglomerante foi o cimento Portland CP II RS-32 Poty e o agregado miúdo através do ensaio de granulometria pode-se observar que a areia se classifica como fina.

3.1.2 Argamassa com presença de cal

A análise das argamassas para posteriormente fazer a análise dos resultados foi adotada (1:1:6:1,2) Cimento Portland, cal, areia e água. Nesse traço foi usado a mesma areia.

4 | ENSAIOS REALIZADOS

4.1 Ensaio de Granulometria

Levando em consideração a NBR 7217 (1987), pode-se conhecer a distribuição granulométrica do agregado e representá-la através de uma curva. Possibilitando assim a determinação de suas características físicas.

Nº da Peneira	Ø Peneira (mm)	Massa retida	% Retida	%Acumulada	% Passante
3,8	9,5	9	0,45	0,45	99,55
4	4,8	15	0,75	1,2	98,8
8	2,6	38	1,9	3,1	96,9
16	1,2	21	1,05	4,15	95,85
30	0,6	106	5,3	9,45	90,55
50	0,3	1312	65,6	75,05	24,95
100	0,15	474	23,7	98,75	1,25
Fundo	0,01	21	1,05	99,8	0,2
		2000	100		

Tabela 3 – Agregado Miúdo

Fonte: Próprio autor, 2018

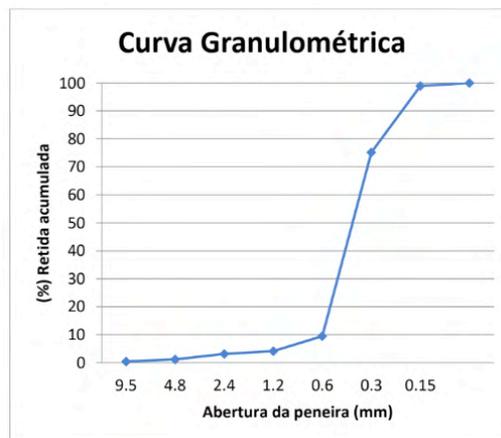


Gráfico 1 – Curva Granulométrica

Fonte: Próprio autor, 2018



Figura 1– Agregado miúdo peneirado

Fonte: Próprio autor, 2018

A tabela abaixo permite classificar a areia de acordo com o módulo de finura. Como a areia adota obteve valor de 1,9 para o seu módulo de finura, ela é classificada como fina.

Inferior	$1,55 < MF < 2,20$	Fina
Ótimo	$2,20 < MF < 2,90$	Media
Superior	$2,90 < MF < 3,5$	Grossa

Tabela 4 – Classificação da areia

Fonte: NBR 7271, 2018

4.2 Estado Fresco

4.2.1 Ensaio de consistência

Para ser possível a realização desse ensaio a argamassa deve estar no estado fresco, relacionando o fator água/cimento como proposto pela norma NBR 13276 (ABNT, 2005).

Segundo a NBR 13276 (ABNT, 2005) inicialmente deve-se limpar a mesa de queda com pano úmido, logo após colocar a argamassa em um cilindro cônico sobre o centro da mesa de queda, dividindo em três camadas, onde são aplicados 15, 10 e 5 golpes com o soquete, afim de tornar a argamassa bem compactada. Em seguida retira o cilindro lentamente e aplica 1 golpe a cada 30s. Com o auxílio de um paquímetro é aferida três medidas do diâmetro da argamassa espalhada pela mesa de queda, onde a média dos valores observados pelo paquímetro é o resultado do índice de consistência.

Amostras	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Média (mm)
Adição de cal	179,16	172,45	172,64	174,75
Convencional	229,59	232,19	233,25	231,67

Tabela 5 - Resultados obtidos

Fonte: Próprio autor, 2018



Figura 2 – Medida 1 (amostra com cal)

Fonte: Próprio autor, 2018

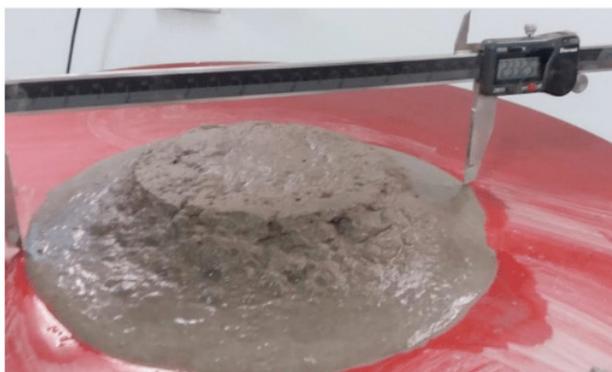


Figura 3 – Medida 2 (Convencional)

Fonte: Próprio autor, 2018

4.3 Estado Endurecido

4.3.1 Ensaio de resistência à Compressão

Com o auxílio da NBR 7215:1996 foi possível iniciar o ensaio no dia 24/04, primeiramente foi colocado os materiais na argamassadeira de forma correta e misturada até alcançar 90s. Depois do amassamento da argamassa, a moldagem do corpo de prova foi imediatamente iniciada, com uma espátula foi colocado 4 camadas sendo cada uma delas aplicado 30 golpes com soquete. Esperado 24 horas foi colocado o corpo de prova

no tanque e aguardado 14 dias de cura para o seu rompimento. Abaixo está a tabela com os resultados obtidos para a resistência à compressão dos corpos de provas.



Figura 4 – Carga de ruptura 2 em tf (amostra com cal)

Fonte: Próprio autor, 2018



Figura 5 – Carga de ruptura 3 em tf (Traço convencional)

Fonte: Próprio autor, 2018

	Convencional (Mpa)	Adição da Cal (Mpa)
Dias	14	14
Amostra 1	1,25	0,44
Amostra 2	1,67	0,49
Amostra 3	1,4	0,41
Resistência média	1,44	0,45

Tabela 6 - Exposição dos resultados

Fonte: Próprio autor, 2018

Fórmula para obtenção dos resultados apresentados:

$$R = \frac{F}{A}$$

R=Resistência;

F=Força de ruptura

A=Área da seção

Segundo a NBR 7215:1996, o método compreende a determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de 50 mm e 100 mm de altura.

4.3.2 Ensaio de resistência de aderência à Tração

Com a análise sobre a norma NBR 13528(ABNT, 1995) pode se saber a resistência de arrancamento para poder analisar o comparativo entre as argamassas em estudo. O substrato foi construído e chapiscado no laboratório, onde antes de aplicar o reboco ele deve estar isento de pó e impurezas. Passados 14 dias de cura, com auxílio do serra copo fazer os furos sobre o revestimento, logo após limpar a base e com a cola a base de resina epóxi colar as pastilhas nos corpos de prova de seção circular e apoiar com papel Kraft para evitar o espalhamento da cola e apoiar a pastilha. O ensaio inicia acoplado o equipamento de tração à pastilha aplicando a força de tração até o rompimento do corpo de prova. Para determinação dos ensaios deve apresentar o traço, sendo: cimento, areia e água (1:3:0,6) para argamassa convencional e Cimento Portland, cal, areia e água (1:1:6:1,2) para argamassa com adição parcial da cal. O substrato foi de alvenaria e o modo de preparação da argamassa foi mecânico. A aparelhagem foi o equipamento de tração mecânico, pastilha, serra copo, disco de corte.



Figura 6 – Amostra após o arranchamento (Traço com cal)

Fonte: Próprio autor, 2018



Figura 7 – Amostra após o arranchamento (Traço convencional)

Fonte: Próprio autor, 2018

Corpo de prova	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (Mpa)	Força de Ruptura					Média
				(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
Adição de cal 1	0,29	1656,8	0,17	x					
Adição de cal 2								x	
Adição de cal 3								x	
Adição de cal 4	0,32	1712,9	0,39	x					0,256667
Adição de cal 5	0,18	1723,1	0,1		x				
Adição de cal 6	0,35	1654,7	0,21	x					
Convencional 1	0,48	1661,9	0,28		x				
Convencional 2								x	
Convencional 3	0,57	1625,9	0,35	x					
Convencional 4	0,31	1743,0	0,18	x					0,203333
Convencional 5	0,14	1699,7	0,08		x				
Convencional 6	0,46	1824,7	0,25		x				

Tabela 7 - Exposição dos resultados

Fonte: Próprio autor, 2018

Foi adotado para argamassa com mistura da cal os valores de acordo com a força de ruptura entre o revestimento e substrato, e ruptura na argamassa de revestimento para a mistura convencional, pois de acordo com a NBR 13528, deve considerar a força que tiver no mínimo três rupturas com a mesma seção, com isso a respeito do comparativo ressalta-se que a média da tensão proposta pela argamassa com cal é maior. Afirma-se que as misturas foram feitas de acordo com o procedimento proposto pela norma. Pode-se observar que os maiores resultados de resistência de aderência à tração são obtidos quando o rompimento ocorre na interface do revestimento, ou seja, a resistência da argamassa e da zona de transição superam a resistência do bloco cerâmico. Os menores valores de resistência ocorrem quando acontece falha de coesão da argamassa, sinalizando que sua resistência é inferior à resistência do bloco cerâmico e até mesmo inferior à resistência de aderência obtida na interface.

5 | CONCLUSÃO

Para a realização dessa pesquisa conclui-se que o índice de consistência variou conforme foi adicionado cal na mistura. Como a quantidade foi adicionada a cal aos componentes da argamassa, ela influenciou diretamente na consistência devido à relação entre água/aglomerante, tornando uma argamassa menos fluida e mais trabalhável.

Pode-se observar ainda que os maiores resultados de resistência de aderência à tração são obtidos quando o rompimento ocorre na interface do revestimento, ou seja, a resistência da argamassa e da zona de transição superam a resistência do bloco cerâmico. Os menores valores de resistência ocorrem quando acontece falha de coesão

da argamassa, sinalizando que sua resistência é inferior à resistência do bloco cerâmico e até mesmo inferior à resistência de aderência obtida na interface.

Mas é de conhecimento que como a cal possui partículas muito finas, ao serem misturadas com água, funcionam como lubrificante, o que acaba por reduzir o atrito entre os grãos de areia., permitindo assim melhor aderência. Sendo cerca de 25% o aumento da tensão de tração da cal com relação a convencional.

Por outro lado, observa-se que a redução da quantidade de cimento, para adição parcial da cal em relação ao volume total da mistura, contribuiu para a redução da resistência a compressão. Entende-se com os resultados obtidos que, para uma melhor verificação, poderiam ter sido feitas mais amostras para os traços, buscando uma precisão maior nos resultados.

REFERÊNCIAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de revestimentos de argamassa**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em 4 Abril 2018.

ABPC - Associação Brasileira dos Produtores de Cal. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.abpc.org.br/>>. Acesso em: 06 Abril. 2018.

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: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7175: Cal hidratada para argamassas - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção: Livros técnicos e científicos**. 4ª edição. São Paulo: LTC, 1992.

COELHO Ana Zulmira Gomes; Torgal F.P.; JALALI S. **A Cal na Construção**. TecMinho. Lisboa: Publidisa, 2009.

Edwards, D., Allen, G., Ball, R., & El-Turki, A. (2007). **Pozzolanic properties of glass fines in lime mortars**. *Advances in Applied Ceramics*, 106(6), 309-313.

Faria, P., Branco, T., Carneiro, J., Veiga, R., & Santos Silva, A. (2012a). **Argamassas com base em cal para reabilitação de rebocos**. In PATORREB 2012 - 4º Congresso de Patologia e Reabilitação de Edifícios (CD-ROM).

Faria, P., Silva, V., Carneiro, J., Branco, T., Mergulhão, D., & Antunes, R. (2012b).

Argamassas compatíveis com alvenarias históricas com base em cal hidráulica natural.

Paper presented at the CIReA 2012 - Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas de Alvenaria, 28-38.

GUIMARÃES, J. E. P. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil.** 2ª ed. São Paulo: Pini, 2002.

Bibliografia consultada

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14399: Cal hidratada para argamassas – Determinação da água da pasta de consistência normal.** Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9290: Cal hidratada para argamassas – Determinação de retenção de água.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

TIGGEMANN, T. G. **Argamassas industrializadas para revestimento utilizadas na cidade de Lajeado/rs: comportamento em diferentes substratos.** Monografia (Graduação em Engenharia civil). Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

SOBRE A ORGANIZADORA

AMANDA FERNANDES PEREIRA DA SILVA - Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), é Mestranda em Ciência e Engenharia dos Materiais pelo Programa de Pós-Graduação (PPGCM) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Atua na área de pesquisa Materiais Magnéticos, Semicondutores e Semicondutores Magnéticos Diluídos com aplicações antibacterianas sob orientação do Professor Doutor Ramón Raudel e Professora Doutora Francisca Araújo. Além disso, seus temas de interesse são: Construção Civil, Patologia das Construções, Materiais da Construção Civil, Perícia Judicial, Concreto, Análise do Comportamento de Solos, Ensino de Engenharia e Educação à Distância.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 37, 41, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 59

Ambiental 16, 25, 26, 28

B

Baixo custo 25, 30

Biomassa 13, 14, 15, 16, 23, 24, 27

Bond tool 1, 2, 3, 4, 6, 9

Briquete 16, 20, 21, 22, 23

C

Cálcio 41, 42, 43, 49, 50

Carbono 14, 15, 16, 17, 23

Cause-effect diagram 2

Compactos de madeira 13

D

Densidade energética 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 23

Design of experiments 1, 6, 7, 10

Doença 41

E

Energia 14, 15, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 38, 39, 49

Energia renovável 25, 27

Engenharia 13, 17, 25, 26, 38, 59, 60

Engenharia Mecânica 13, 17, 25

Ensino superior 25, 26

F

Fármaco 41

Ferro 41, 42, 46

G

Geração de energia 14, 25, 26, 27, 28, 38

M

Machines 1, 2, 3, 4, 5, 10, 38

Madeira 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 28

Magnésio 41, 44, 46, 50

Medicamentos 40, 41, 42, 46

Minerais 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49

P

Potássio 41, 44, 45, 46

Power 3, 5, 6, 7, 9, 10, 25, 38

Pressão de compactação 13

Propriedades energéticas 13, 15, 22, 23

Protótipo 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 36, 37, 38

Pull test 1, 3, 4, 8, 9

R

Resíduo 13, 15, 20

Resíduos sólidos de qualquer madeira 13

Rosca de arquimedes 25

S

Six sigma 1, 10, 11, 12

Sólidos carbonáceos 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Strength 5, 24, 47

T

Temperature 1, 6, 7, 8, 9, 10, 24

Tools 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10

Tratamento 41, 42, 43, 45, 46

U

Ultrasound solder 1

Z

Zinco 29, 41, 43, 46

ENGENHARIAS:

BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA

E PARA A SOCIEDADE

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ENGENHARIAS:

BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA

E PARA A SOCIEDADE

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br