

Argamassas confeccionadas com argila expandida em prol da segurança contra incêndio das edificações

Mortars made with expanded clay for fire safety in buildings

Morteros elaborados con arcilla expandida a favor de la seguridad contra incendios en los edificios

Luiz Roberto Gerrhim

Mestrando em Ambiente Construido

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora

Endereço: Juiz de Fora – Minas Gerais, Brasil

E-mail: gerrhim@gmail.com

Maria Teresa Gomes Barbosa

Doutora em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

RESUMO

A argamassa de revestimento, mesmo não sendo um elemento estrutural é de fundamental importância na construção civil para impermeabilizar, cobrir, nivelar e proteger as edificações. Alguns estudos afirmam que ao associar a argila expandida com cimento Portland e areia cria-se uma argamassa de revestimento de boa qualidade em relação a resistência ao fogo, ao isolamento termoacústico e, ainda, possui uma maior durabilidade em relação as argamassas convencionais. O objetivo deste estudo é analisar o desempenho da argamassa de revestimento convencional em relação a argamassa com adição de argila expandida no tocante a resistência ao fogo em prol da segurança contra incêndio das edificações. O método de pesquisa será uma revisão da literatura de artigos, livros e normas vigentes para realização das análises bibliométricas e qualitativa sobre o tema. Quanto aos resultados, espera-se que os benefícios da utilização da argamassa com aditivo de argila expandida, proporcione uma edificação mais segura. A contribuição deste trabalho é assinalar a importância da utilização de argamassa com argila expandida laminar como revestimento de proteção dos elementos estruturais visando aumentar o tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF proporcionando maior segurança das pessoas em uma edificação nos casos de um princípio de incêndio.

Palavras-chave: argamassa de revestimento, argila expandida, resistência ao fogo, segurança contra incêndio.

ABSTRACT

The coating mortar, even though it is not a structural element, is of fundamental importance in civil construction to waterproof, cover, level and protect buildings. Some studies claim that by associating expanded clay with Portland cement and sand, a good quality coating mortar is created in terms of fire resistance, thermoacoustic insulation, and also has greater durability

compared to conventional mortars. The objective of this study is to analyze the performance of conventional coating mortar in relation to mortar with the addition of expanded clay in terms of fire resistance in favor of fire safety in buildings. The research method will be a literature review of articles, books and current norms to carry out bibliometric and qualitative analyzes on the subject. As for the results, it is expected that the benefits of using mortar with expanded clay additive will provide a safer building. The contribution of this work is to point out the importance of using mortar with laminar expanded clay as a protective coating for structural elements in order to increase the required time of fire resistance - TRRF, providing greater safety for people in a building in cases of a fire outbreak.

Keywords: coating clay, expanded clay, fire resistance, fire safety.

RESUMEN

El mortero de revestimiento, aunque no es un elemento estructural, tiene una importancia fundamental en la construcción civil para impermeabilizar, revestir, nivelar y proteger edificios. Algunos estudios afirman que al combinar arcilla expandida con cemento Portland y arena se crea un mortero de revestimiento de buena calidad en cuanto a resistencia al fuego, aislamiento termoacústico y, además, tiene mayor durabilidad respecto a los morteros convencionales. El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento del mortero de revestimiento convencional respecto al mortero con adición de arcilla expandida en términos de resistencia al fuego a favor de la seguridad contra incendios en la edificación. El método de investigación será una revisión bibliográfica de artículos, libros y normas vigentes para realizar análisis bibliométricos y cualitativos sobre el tema. En cuanto a los resultados, se espera que los beneficios del uso de mortero con aditivo de arcilla expandida proporcionen una edificación más segura. El aporte de este trabajo es resaltar la importancia de utilizar mortero con arcilla expandida laminar como revestimiento protector de elementos estructurales con el fin de aumentar el tiempo requerido de resistencia al fuego – TRRF, brindando mayor seguridad a las personas en una edificación en caso de incendio.

Palabras clave: mortero de revestimiento, arcilla expandida, resistencia al fuego, seguridad contra incendios.

1 INTRODUÇÃO

A prevenção contra incêndio e pânico – PCIP envolve um arcabouço de normas que juntas vão proporcionar maior segurança para as edificações. Dentre elas está o tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF, uma proteção passiva contra a ação do fogo nos casos de incêndio prevista tanto na (IT 06, 2022) do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG quanto na (NBR 14432, 2001, p. 2) com intuito de proteger “todo e qualquer elemento construtivo do qual dependa a resistência e a estabilidade total ou parcial da edificação”.

O objetivo deste estudo é analisar o desempenho da argamassa de revestimento convencional [cimento, areia e cal] em relação a argamassa com adição de argila expandida [cimento, areia e argila expandida] no tocante a resistência ao fogo em prol da segurança contra incêndio das edificações.

Esta é uma pesquisa de revisão de literatura tendo como referência os descritores (Almeida, et al., 2018), (Brizola, et al., 2016), (Galvão, et al., 2020) que norteou a estrutura metodológica deste trabalho. As buscas de referências bibliográficas sobre o objeto de estudo foram em livros, artigos, normas e outros materiais bibliográficos disponíveis para o desenvolvimento do trabalho, entre eles estão: google acadêmico; Scielo Brasil; portal de periódicos CAPES.

Na síntese dos resultados, percebe-se que implementar uma proteção para os elementos construtivos que aumenta o tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF não é tarefa muito fácil, haja vista o arcabouço de normas e artigos que tratam do assunto buscando desenvolver materiais cada vez mais resistentes a ação do fogo proporcionando o aumento do tempo de proteção dos elementos construtivos da edificação evitando o colapso das estruturas. Nesse momento foram feitas as comparações entre a argamassa convencional com a argamassa com adição de argila.

Nos resultados e análises foram identificados as vantagens e desvantagem da utilização da argila adicionada na argamassa. Apesar de não possuir normas específicas para a argila expandida, os estudos verificaram boa resistência quanto a exposição ao fogo para as temperaturas mais elevadas bem como a baixa resistência a compressão.

A importância deste trabalho consiste em reduzir, minimizar ou eliminar os danos causados pelo fogo no caso de incêndio nas edificações. Nesse sentido, é necessários a implementação de materiais cada vez melhor no tocante ao tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF como é o caso da adição de argila expandida laminar na argamassa de revestimento proporcionando uma proteção passiva mais segura e resistente em relação a argamassa convencional.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa baseia-se em uma revisão da literatura seguindo uma estrutura metodológica em seis etapas: delimitação da pesquisa – objeto de estudo, estratégia de busca, síntese dos resultados, resultados e discussão, conclusão. Essa estrutura metodológica tem como referência os descritores (Almeida, et al., 2018), (Brizola, et al., 2016), (Galvão, et al., 2020).

2.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA – OBJETO DE ESTUDO

A proposta deste estudo é fazer uma análise do desempenho da argamassa de revestimento convencional [cimento, areia e cal] em relação a argamassa com adição de argila expandida [cimento, areia e argila expandida] no tocante a resistência ao fogo em prol da segurança contra incêndio das edificações.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A seleção das bases de dados para a revisão da literatura incluirá na busca de livros, artigos, normas e outros materiais bibliográficos que possam estar disponíveis para o desenvolvimento do trabalho, entre eles estão: Google acadêmico; Scielo Brasil; Portal de periódicos CAPES.

2.3 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Após realização das buscas será apresentado em formato de tabela e gráfico as principais ideias dos resultados que auxiliará nas análises e nas discussões dos resultados.

2.4 RESULTADOS E ANÁLISES

Nessa fase será apresentado os resultados encontrados sobre a utilização da argila expandida laminar na argamassa de revestimento, bem como, os efeitos positivos e negativos relacionados com a sustentabilidade.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

A importância da prevenção contra incêndio em edificações ou espaço destinado ao uso coletivo é proteger a vida das pessoas que frequentam os “edifícios ou espaços comerciais, industriais ou de prestação de serviços e os prédios de apartamentos residenciais” (Lei 14.130, de 19 de dezembro de 2001, p. 1) em caso de incêndio, visando eliminar ou reduzir o pânico, queimaduras ocasionadas pelas chamas, inalação de fumaça e a perda de bens materiais.

A prevenção contra incêndio e pânico é o conjunto de ações e medidas que visam a orientação das pessoas, objetivando diminuir a possibilidade da ocorrência de um princípio de incêndio e pânico, e estabelecer o comportamento a ser adotado frente à emergência. (IT 02, 2020, p. 31).

Para tanto, é muito importante a contribuição dos materiais de construção, como por exemplo, a argamassa de revestimento uma cobertura superficial que exerce a proteção passiva contra a ação direta do fogo nos elementos estruturais de uma edificação proporcionando nos casos de incêndio maior tempo de resistência requerido ao fogo – TRRF para evitar o colapso total ou parcial das edificações num período que pode variar de “30 a 180 minutos”, (IT 06, 2022, p. 10) e (NBR 14432, 2001, p. 7).

De acordo com a (NBR 13529, 2013, p. 1), para que haja um maior tempo de resistência requerido ao fogo – TRRF é necessário o “cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa.” Já no anexo B da (IT 06, 2022, p. 11) do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG, está previsto dois tipos de camadas de argamassa de revestimento, o chapisco [cimento Portland e areia] e o emboço [cimento Portland, cal e areia] que são suficientes para proteção dos elementos estruturais de uma edificação.

Ainda no anexo B da (IT 06, 2022, p. 11) do CBMMG pode-se observar o tempo de resistência ao fogo em horas para cada tipo de paredes “sem função estrutural ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensões 2,8 m X 2,8 m totalmente expostas ao fogo (em uma face)”, bem como, os três níveis de segurança que são: integridade, estanqueidade e o isolamento térmico. (ver tabela 1).

Tabela 1 – Tabela de resistência ao fogo para alvenarias [argamassa convencional].

Paredes ensaiadas (*)										
1) Parede de tijolos de barro cozido (dimensões nominais dos tijolos). 5 cm x 10 cm x 20cm: Massa: 1,5kg										
Um tijolo com revestimento			Espessura total da parede 25 cm				Duração do ensaio (min): 300 (**)			
Características das paredes			Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm)		Resultado dos ensaios					
Traço em volume de argamassa de revestimento					Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas)			Resistência ao fogo (horas)		
Chapisco		Emboço			Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica			
1	3	1	2	9	2,5	≥6	≥6	≥5		> 6
2) Parede de blocos vazados de concreto (2 furos) (blocos com dimensões nominais): 14 cm x 19 cm x 39 cm										
Bloco de 14 cm com revestimento			Espessura total da parede 17 cm				Duração do ensaio (min): 150			
Características das paredes			Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm)		Resultado dos ensaios					
Traço em volume de argamassa de revestimento					Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas)			Resistência ao fogo (horas)		
Chapisco		Emboço			Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica			
1	3	1	2	9	1,5	≥2	≥2	2		2
3) Parede de blocos vazados de concreto (2 furos) (blocos com dimensões nominais): 19 cm x 19 cm x 39 cm; e massas de 13 kg e 17 kg respectivamente										
Bloco de 19 cm com revestimento			Espessura total da parede 22 cm				Duração do ensaio (min): 185			
Características das paredes			Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm)		Resultado dos ensaios					
Traço em volume de argamassa de revestimento					Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas)			Resistência ao fogo (horas)		
Chapisco		Emboço			Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica			
1	3	1	2	9	1,5	≥3	≥3	3		3
4) Paredes de tijolos cerâmicos de oito furos (dimensões nominais dos tijolos 10 cm x 20 cm x 20 cm (massa 2,9Kg)										
Um tijolo com revestimento			Espessura total da parede 23 cm				Duração do ensaio (min): 300 (**)			
Características das paredes			Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm)		Resultado dos ensaios					
Traço em volume de argamassa de revestimento					Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas)			Resistência ao fogo (horas)		
Chapisco		Emboço			Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica			
1	3	1	2	9	1,5	≥4	≥4	≥4		>4
(*) Paredes sem função estrutural ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensões 2,8m x 2,8m totalmente expostas ao fogo (em uma face).										
(**) Ensaio encerrado sem ocorrência de falência em nenhum dos três critérios de avaliação.										

Fonte: (IT 06, 2022) adaptado pelo autor.

Além da argamassa convencional [cimento, areia, cal], há estudos sobre a adição de argila expandida na argamassa [cimento, areia, argila expandida] por ser um “agregado 60% mais leve do que o convencional, durabilidade, resistência ao fogo, isolamento acústico, térmico e resistência mecânica” (Gomes, 2020 p. 15). Acrescenta (Resende, et al., 2020 p. 6) que no caso do concreto leve “25 a 30% do peso são reduzidos na estrutura em relação ao concreto tradicional, gerando economia de fundações e ferragens, mas sem prejuízo das propriedades e gerando economia de água usada na confecção do concreto.”

O uso de agregados de argila expandida em edifícios deve-se às boas características de isolamento térmico e de resistência ao fogo (material incombustível, classe M0), favorecendo o seu balanço energético. A redução do peso próprio permite novas soluções estruturais para as propostas arquitetônicas e induz um menor esforço ao nível das fundações. (Ferreira, et al., 2007 p. 5).

Quanto a resistência ao fogo nos casos de incêndio, (Gomes, 2020 pp. 54, 72, 74, 77) faz uma comparação entre a argamassa convencional com a argamassa com argila expandida utilizando um traço de 0%, 30% e 50% como se pode observar na (tabela 2). Os resultados da mostra de um ganho satisfatório quando submetidos em altas temperaturas (750°C) obtendo maior resistência a compressão “com um ganho de 480% em relação ao corpo de prova referência (com adição de 0% de argila expandida)”. Além de não gerar combustão possui “resistência térmica de 3 a 4 vezes maior que a do concreto normal.” (Resende, et al., 2020 p. 5).

Tabela 2 – Tabela de resistência ao fogo para alvenarias.

1) Paredes de tijolos cerâmicos de seis furos (dimensões nominais dos tijolos 9 cm x 14 cm x 19 cm)									
Um tijolo com revestimento					Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm) não informado				
Características das paredes					Duração do ensaio (min): 150				
Traço em volume de argamassa de revestimento					Resistência ao fogo (C°)				
Chapisco		Emboço			Valores obtidos no rompimento dos CP's (Mpa)				
-	-	1	4	-	Convencional	Temp. (°C)	0%	30%	50%
-	-	1	4	30%	Argila expandida	Ambiente	16,18	14,01	13,23
-	-	1	4	50%		250°C	13,45	12,29	10,13
						500°C	9,08	8,31	5,66
						750°C	0,5	2,4	1,98
Espessura total da parede: não mencionado						1000°C	0,0	0,0	0,0

Fonte: (Gomes, 2020) adaptado pelo autor

3.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A argamassa de revestimento convencional, mesmo não sendo um elemento estrutural é de fundamental importância na construção civil para impermeabilizar, cobrir, nivelar e proteger as edificações, como é o caso da utilização do chapisco com traço em volume de [1 | 3] e do emboço com traço em volume de [1 | 2 | 9] previsto na (IT 06, 2022) do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG visando proporcionar maior tempo de resistência requerido ao fogo – TRRF podendo variar de “30 a 180 minutos” conforme o uso e ocupação.

Para os materiais de proteção térmica, “as propriedades dos materiais que variem com a temperatura devem ser por meio da função da variação correspondente ou deve ser adotado o valor característico a 600°C”. (IT 06, 2022, p. 5).

Nesse caso deve constar no memorial de segurança da estrutura o tipo e espessuras de materiais de proteção térmica utilizados nos elementos construtivos, quando for o caso, nas estruturas de aço, ou requisitos de dimensões e cobrimento de armadura nas estruturas de concreto. Para outros materiais estruturais, detalhar a solução adotada. (IT 06, 2022, p. 7).

Os testes de resistência ao fogo foram realizados com 4 tipos de blocos com diferentes dimensões sendo:

- a) tijolo de barro cozido [5cm – 10cm – 20cm] com 2,5 cm de argamassa de cada lado e duração do ensaio 300 minutos. O TRRF obteve resultado quanto a [integridade | estanqueidade | isolamento térmico], >6 horas;
- b) tijolo cerâmico 8 furos [10cm – 20cm – 20cm] com 1,5 cm de argamassa de cada lado e duração do ensaio 300 minutos. O TRRF obteve resultado quanto a [integridade | estanqueidade | isolamento térmico], >4 horas;
- c) bloco vazado de concreto 2 furos [19cm – 19cm – 39cm] com 1,5 cm de argamassa de cada lado e duração do ensaio 185 minutos. O TRRF obteve resultado quanto a [integridade | estanqueidade | isolamento térmico], >3 horas;
- d) bloco vazado de concreto 2 furos [14cm – 19cm – 39cm] com 1,5 cm de argamassa de cada lado e duração do ensaio 150 minutos. O TRRF obteve resultado quanto a [integridade | estanqueidade | isolamento térmico], >2 horas.

Para saber o tempo de resistência requerido ao fogo – TRRF, foi utilizado o método do tempo equivalente de resistência ao fogo através da fórmula apresentada na imagem 1. O tempo de atendimento aos critérios de avaliação foram calculados em horas onde a integridade, estanqueidade e da isolação térmica das paredes ensaiadas obtiveram resultados diferentes para cada tipo de material que variaram de 2 horas a 6 horas de resistência ao fogo.

Imagem 1 – Fórmula para achar o TRRF.

$$t_{eq} = q_{fi} \gamma_n \gamma_s K W E$$

Onde:

t_{eq} – tempo equivalente (minutos).

q_{fi} – carga de incêndio (MJ/m^2).

$\gamma_n = \gamma_{n1} \gamma_{n2} \gamma_{n3}$ – coeficiente adimensional que leva em conta a presença de medidas de proteção ativa da edificação, determinado conforme a **tabela C2**.

$\gamma_s = \gamma_{s1} \gamma_{s2}$ – coeficiente de segurança que depende do risco de incêndio e das consequências do colapso da edificação, determinado conforme **tabelas C3 e C4**.

K – fator determinado conforme **tabela C1**.

W – fator associado à ventilação do ambiente.

E – fator de correção que depende do material da estrutura, determinado conforme **Tabela C5**.

Fonte: (IT 06, 2022, p. 12)

Com o uso da argila expandida laminar como agregado na argamassa de revestimento, forma uma proteção superficial que visa aumentar o tempo de proteção dos elementos construtivos das edificações mediante a ação direta do fogo nos casos de incêndio proporcionando maior segurança as pessoas que habitam ou utilizam esses locais.

Estudos como de (Gomes, 2020); (Ferreira, et al., 2007), afirmam que ao associar a argila expandida laminar com cimento Portland e areia cria-se uma argamassa de revestimento de boa qualidade em relação a resistência ao fogo, ao isolamento termoacústico e, ainda, possui uma maior durabilidade em relação as argamassas convencionais.

A argila expandida pode ser usada em diversas partes da obra que de acordo com (Resende, et al., 2020) são:

- a) granulometria de 0 a 5 mm [equivalente à areia grossa] – usada para argamassa leve e blocos de concreto leve;

- b) granulometria de 6 a 15 mm [equivalente à brita 0] – concretos leves e nivelamento de pisos - usada para concreto leve estrutural, traços de enchimento 1 m3], traços de nivelamento de piso;
- c) granulometria de 15 a 22 mm [equivalente a brita 1] – enchimentos leves - traço para enchimento;
- d) granulometria de 22 a 32 mm [equivalente a brita 2] – isolamento térmico e enchimentos leves.

O teste de resistência ao fogo foi realizado por (Gomes, 2020 pp. 53, 56) com tijolo cerâmico 6 furos [9cm – 14cm – 19cm] com aplicação de argamassa apenas de um lado de cada uma das três paredes medindo 60 cm X 70 cm onde foram usados argamassa com os seguintes traços: traço para emboço [1 – 3 – 0% de argila expandida], traço para emboço [1 – 3 – 30% de argila expandida, traço para emboço [1 – 3 – 50% de argila expandida]. A duração dos ensaios foi de 150 minutos.

3.2 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados encontrados sobre a utilização da argila expandida laminar na argamassa de revestimento obtiveram resultados positivos e negativos em relação a argamassa de revestimento convencional.

Os pontos negativos são: a falta de uma de uma legislação específica para argila expandida (Resende, et al., 2020 p. 8) e a

baixa capacidade resistente à compressão e sobretudo à tração e ao corte (em algumas composições); a necessidade de incorporar areia na argamassa com agregados de argila, quando se pretende aumentar a resistência, como por exemplo em coberturas ou onde seja previsto o tráfego rodoviário; os betões terem fraca ou inexistente capacidade de levar armadura (exceto redes tipo malhasol); as superfícies carecem de uma argamassa de revestimento. (Ferreira, et al., 2007).

Quanto aos pontos positivos obtiveram melhores resultados por ser um agregado 60% mais leve que o convencional, apresentando boa resistência ao fogo quando submetido a temperaturas mais elevadas (750°C) com um ganho de 480% em relação ao corpo de prova sem nenhuma mistura com argila expandida, como se pode observa na tabela 3.

Tabela 3 – Resistência ao fogo.

Valores obtidos no rompimento dos CP's (Mpa)			
Temp. (°C)	0%	30%	50%
Ambiente	16,18	14,01	13,23
250°C	13,45	12,29	10,13
500°C	9,08	8,31	5,66
750°C	0,5	2,4	1,98
1000°C	0,0	0,0	0,0

Fonte: (Gomes, 2020 p. 72).

Quanto a manutenção, (Resende, et al., 2020 p. 5) acrescenta que a argila expandida adicionada na argamassa “apresenta os mesmos aspectos de manutenção associados à alvenaria de construção, como o próprio concreto” além de reduzir o impacto ambiental “devido à granulometria e a baixa densidade, a argila expandida gera redução de custo na obra (Moravia et al., 2006).

A Argila Expandida possui resistência ao fogo com temperatura de até 750°C em comparação ao previsto na (IT 06, 2022, p. 5) que prevê valor de 600°C, “é consistente, durável e quimicamente estável e praticamente não se altera com o tempo” (Resende, et al., 2020 p. 3). A redução do peso permite novas soluções estruturais.

4 CONCLUSÃO

Neste estudo buscou-se analisar o desempenho da argamassa de revestimento convencional em relação a argamassa com adição de argila expandida apontando os pontos positivos e negativos quanto sua utilização no tocante a resistência ao fogo em prol da segurança contra incêndio das edificações.

Dos resultados e análises foram apresentados como ponto negativo a falta de uma legislação específica para argila expandida, em comparação a argamassa convencional. Também foi observado que a argila expandida adicionada a argamassa apresentou baixa capacidade de resistência à compressão e a tração ao corte em algumas composições em específico com adição de 0% e 50%.

De forma geral a argamassa com adição de argila expandida apresentou grandes benefícios por ser 60% mais leve que a argamassa convencional, apresentando maior resistência ao fogo em temperaturas elevadas em torno de 750°C, ou seja, um material resistente e

quimicamente estável. Sua manutenção é muito semelhante à da argamassa convencional reduzindo os impactos ambientais e os custos da obra.

Para tanto, é necessário maiores estudos sobre o tempo de resistência requerido do fogo – TRRF com a utilização da argila expanda laminar adicionada a argamassa de revestimento para verificar o tempo de atendimento em (horas) a integridade, estanqueidade e o isolamento térmico com diferentes tipos de blocos e tijolos visando identificar o maior tempo de resistência ao fogo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E L. G. D.; PICCHI, F A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Porto Alegre, 18, jan./mar. 2018. p. 91-109. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/LXkhtmsmG73wHKjR9rtQYjQ/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 outubro 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. NBR 14432. **Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações-procedimento**, Rio de Janeiro, p. 14, novembro 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. NBR 13529. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - terminologia**, Rio de Janeiro, 2013.
- BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de educação do Vale do Arinos - RELVA**, Juara, 3, jul./dez 2016. 23-39. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/relva/article/view/1738>. Acesso em: 12 outubro 2022.
- FERREIRA, A S.; BRITO, J D.; BRANCO, F. **Desempenho relativo das argamassas de argila expandida na execução de camadas de forma**. 2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção, APFAC. Lisboa: ResearchGate. 2007. p. 13.
- FERREIRA, A S.; BRITO, J D.; BRANCO, F A. **Desempenho relativo das argamassas de argila expandida na execução de camadas de forma**. 2º Confresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC. Lisboa: ResearchGate. novembro 2007. p. 13.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, 6, set.2019/fev.2020 2020. 57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 12 outubro 2022.
- GOMES, E M. S. **Análise do desempenho térmico, acústico e de resistência ao fogo em argamassas de revestimento aditivada com argila expandida**. Alagoas: UFA, 2020. 97 p.
- MINAS GERAIS. Lei 14.130, de 19 de dezembro de 2001. **Dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências**, Belo Horizonte, p. 4, 2001.
- MINAS GERAIS. IT 02. **Terminologia de proteção contra incêndio e pânico**, Belo Horizonte, n. 2ª, p. 41, 28 dezembro 2020.
- MINAS GERAIS. IT 06. **Segurança estrutural das edificações**, Belo Horizonte, p. 14, 2022.
- MORAVIA, W. G. *et al.* **Caracterização microestrutural da argila expandida para aplicação como agregado em concreto estrutural leve**. Belo Horizonte: Cerâmica., v. 52, 2006. 193-199 p.

RESENDE, E B. *et al.* Argila expandida na construção civil - uma inovação sustentável. **Laboratório de Biomatemática, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais [PPGCA], Universidade Federal de Alfenas - MG**, Piracanjuba, p. 13, 10 dezembro 2020.

SACHT, H M.; ROSSIGNOLO, J A.; SANTOS, W. Avaliação da condutividade térmica de concretos leves com argila expandida. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 15, janeiro 2010.

