

TÍTULO: TRAÇO ALTERNATIVO PARA ARGAMASSA: REUSO DE ÁGUA CINZA, PLUVIAL E AREIA RECICLADA

Nome do(s) autor(es)¹: João Felipe Lopes De Moraes; Matheus Henrique Cardoso Ferreira

Nome do orientador²: Prof. Me. Rafael Augusto

Valentim da Cruz Magdalena

Universidade São Francisco

matheus.henrique.ferreira@mail.usf.edu.br

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco - USF; Campus de
Bragança Paulista

²Professor Orientador Prof. Me. Rafael Augusto
Valentim da Cruz Magdalena, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco - USF;
Campus Bragança Paulista.

Resumo. Em um contexto atual onde se faz mais necessária o uso racional dos recursos naturais finitos como são os casos da água e da areia, estes que se encontram no ramo da construção civil, foram tomadas medidas que buscarão atender esta demanda com o reaproveitamento da água cinza, pluvial e areia reciclada, elaborando assim um traço de argamassa ideal para diferentes usos convencionais, reduzindo os impactos na natureza advindos das práticas de métodos construtivos. A água cinza, pluvial e a areia reciclada reduzem significativamente o gasto de água potável e a exploração de areia na construção civil. Com base nesta assertiva, a seguinte questão foi elaborada: A água cinza e a água pluvial, agregadas a areia reciclada em um traço de argamassa, podem ser empregadas para práticas construtivas usuais? Baseado nesta pergunta, foram obtidos dados através de pesquisas, ensaios e estudos referentes aos materiais que compunham a argamassa criada e quais eram os seus respectivos comportamentos, afim de obter respostas através de dados de uma possível inclusão de material sustentável e após a obtenção de dados fornecidos pelos os ensaios correspondentes conclui-se viável o uso da alternativa para elementos não estruturais, já que a argamassa alternativa se assemelha nas questões físicas e mecânicas as argamassas convencionais mesmo possuindo um menor tempo de cura que o desejado para o ensaio.

Palavras-chave: Água. Argamassa. Reuso. Construção.

Abstract.: In a current context where the rational use of finite natural resources is more necessary, such as water and sand, which are in the field of civil construction, measures were taken to meet this demand with the reuse of gray water, rainwater and recycled sand, thus creating an ideal mortar line for different conventional uses, reducing the impacts on nature arising from the practices of construction methods. Gray water, rainwater and recycled sand significantly reduce the use of drinking water and the exploitation of sand in civil construction. Based on this assertion, the following question was elaborated: Can gray water and rainwater, added to recycled sand in a mortar trace, be used for usual construction practices? Based on this question, data were obtained through research, tests and studies regarding the materials that made up the mortar created and what were their respective behaviors, in order to obtain answers through data of a possible inclusion of sustainable material and after obtaining data provided by the corresponding tests, it is concluded that the use of the alternative for non-structural elements is viable, since the alternative mortar is similar in physical and mechanical issues to conventional mortars even though it has a shorter curing time than desired for the test.

Key Words: *Water. Mortar. Reuse. Construction*

Introdução

Dentre todos os recursos finitos, a água está entre as mais importantes pelo fato de a mesma ser necessária para que haja vida, pois todo ser vivo necessita de sua presença física para existir. Ainda no século XIX, mais de 80 países, apresentaram sérias dificuldades para manter a disponibilidade de água potável (Nações Unidas, 2003), e mediante a isso, foi necessário observar e encarar que a ausência deste recurso representa importante entrave no desenvolvimento social e econômico de todo o mundo, um bom exemplo no Brasil são os das populações rurais, e dentre elas, as do áridos e semiárido do Nordeste, que sofrem com grandes secas.

Entretanto, deve-se levar em consideração que diariamente, os estudos evoluem, e cada vez mais as alternativas surgem, gerando assim uma perspectiva de longevidade maior deste recurso tão precioso da humanidade. Com base na assertiva descrita anteriormente, deve-se levar em consideração a reutilização desses materiais finitos através de alguns métodos, como por exemplo: Águas cinzas e Águas pluviais.

ÁGUAS CINZAS

As águas cinzas como são conhecidas nada mais são do que águas residuais, que, são provenientes do uso doméstico. As mesmas são adquiridas após alguns processos domésticos, como lavar louças, lavar roupas e tomar banho, que contribuem em média com 50 a 80% do esgoto de uma casa, conforme observado na figura abaixo.



Figura 1 – Fontes de águas cinzas. (Fonte: VIVAGREEN).

ÁGUAS PLUVIAIS

Já as águas pluviais, popularmente conhecidas como águas providas da chuva, são suprimentos extremamente benéficos, porém, se mal capitalizada e administrada, podem gerar um enorme transtorno para o meio em que ela se deposita.

Este recurso tão precioso para diversas finalidades, recarregam grandes centros de abastecimentos de água, sua captação urbana deve ser devidamente encaminhada para estes centros ou direto para estações de tratamento, para que possa ser tratada e revertida em água potável, tornando assim o meio mais importante de abastecimento humano, já que essas águas das precipitações são consideradas umas das mais puras presentes na natureza, que com o devido tratamento buscam atender as exigências mais importantes de uso diário. reutilização da

água pode ser direta ou indireta, resultante de ações planejadas ou não. Conforme Soares et al. (1997), o aproveitamento de água da chuva traz numerosas vantagens tais como simplicidade e facilidade de manutenção e controle, além de baixos custos iniciais, além de o ciclo hidrológico ser sempre o mesmo.



Figura 2 – Fontes de águas cinzas. (Fonte: SAAE Carmo do Cajuru – MG).

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Para composição de argamassas, existem outros elementos reutilizados que podem estar presentes dentro de um novo traço, como por exemplo os resíduos de construção e demolição (RCD). Com a construção civil ampliando cada vez mais os números de entulho também vêm crescendo, sem muitas das vezes ter destino correto para descartes, sendo descartados na maioria das vezes em locais inapropriados, foi preciso pensar em algo sustentável, algo que de alguma forma, pudesse ser reutilizado. Foi então que os RCD começaram a ser tratados e passados por um processo para que pudessem ser reutilizados, e a areia reciclada é produzida através desses processos

AREIA RECICLADA

A areia reciclada além de ser mais barata, sendo viável para os orçamentos de obras, ainda ajudam a preservar o meio ambiente, uma vez que elas partem de um processo sustentável, ao contrário da areia comum, que causam impacto nos leitos de rios e minas para o processo de sua extração. Os resíduos gerados na construção civil depois de separados e devidamente tratados, são transformados em agregados reciclados, e a areia reciclada parte desses agregados.

Os agregados reciclados podem conter partículas de cimento, mas não impurezas como: madeira, aço e plásticos. Estes devem ser retirados antes da moagem. (SILVA,2021). Isso porque a areia reciclada não deve conter nenhuma impureza, porém mesmo sua composição sendo diferente da areia lavada, ela mantém as características físicas e granulométricas. A norma NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção, aponta o uso de areia reciclada somente para concretos e argamassas não estruturais, como assentamento de alvenaria de vedação, calçadas, contrapisos e revestimentos. (SILVA, 2021).

A areia reciclada pode ser usada das seguintes maneiras: Argamassa de assentamento de alvenaria de vedação; contrapisos; blocos; tijolos de vedação; solo-cimento.



Figura 3 – Fontes de águas cinzas. (Fonte: HB Ambiental).

ARGAMASSAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Com base nisso, é interessante financeiramente e ecologicamente juntar estas duas ocasiões para desenvolver uma argamassa alternativa, tendo como conhecimento que a mesma é um material fundamental presente em toda obra, que consiste em uma mistura homogênea de água, agregados miúdos e aglomerantes inorgânicos, podendo ter incluso ou não outros materiais que agem como aditivos ou adições, que tem como propriedade aderência e endurecimento. A argamassa pode ser dosada e preparada na própria obra ou em uma instalação própria, caso haja uma maior necessidade de padrão estabelecido. Vale ressaltar que toda argamassa é composta de itens básicos, e eles são cimento, areia, cal ou aditivo e água, podendo ter posteriormente elementos acrescentados.

Com diversas finalidades para seu uso, as argamassas são utilizadas geralmente no revestimento de alvenarias ou no assentamento dos blocos, tijolos e pisos, já que a mesma tem uma propriedade colante, unindo assim outros materiais e em seguida com um determinado tempo de cura acaba se solidificando no ambiente onde está sendo inserida, conforme exemplificado nas figuras abaixo.

Entretanto, as argamassas podem ser utilizadas também como impermeabilizante, nivelador e regularizador de superfícies em desnível, como no caso do reboco, e são utilizados em emboço e contrapiso.

Material e Métodos

MATERIAL UTILIZADO

Por se tratar de uma alternativa que é composta por materiais não convencionais, é necessário método para específicos para a coleta de líquidos pluviais e residuários, que é fundamentada pela reutilização dos mesmos. As águas das precipitações, geralmente são coletadas através das galerias pluviais públicas e calhas residenciais para centros de armazenamento, portanto, é viável que a utilização deste material seja inserida em meio ao traço.

Já as águas cinzas, que se trata de águas residuárias (desconsiderando as descartadas do vaso sanitário), possuem um método mais complexo de captação, já que a mesma é adquirida através de atividades específicas sendo estas após a lavagem de roupas, louças e durante um banho.

Segundo a NBR 7211, a areia convencional mais utilizada na construção civil é a areia lavada, sua produção ocorre através da extração nos leitos dos rios, onde as dragas bombeiam a água para as lagoas de decantação. Onde o material sólido é separado do líquido devido a diferença de densidade. Em seguida a água é tirada através de bombas e areia que ficou no fundo do lago é peneirada para tirar vegetações e pedras. Depois disso a areia é lavada e transportada para a comercialização, sendo dividida em três granulações, como podemos ver no quadro abaixo:

Areia lavada fina	Utilizada na produção de argamassas, tendo diâmetro de 0,05mm a 0,42mm.
Areia lavada média	Utilizada na produção de concreto e argamassa para assentamento de blocos e tijolos, tendo diâmetro de 0,42mm a 2,00mm.
Areia lavada Grossa	Utilizada na maioria das vezes na produção de concreto e argamassa para chapisco, tendo diâmetro de 2mm a 4mm.

Figura 4 – Classificação areia lavada (Fonte: Construindo Casas).

A areia reciclada é um material abundante devido a sua grande produção, por tratar-se de restos de demolição de construção, a mesma é vista como entulho que deve ser descartado, porém é uma oportunidade de ouro para quem busca opções sustentáveis e econômicas. Este resíduo de demolição de construção é obtido através de empresas ambientais, que tem como objetivo reutilizar um material finito.

O cimento Portland, está inserido na grande maioria das argamassas presentes no mundo e trata-se de um material obtido através de três principais componentes, estes são: minério de ferro, argila e calcário. De forma bem resumida e pouco abrangente, sua produção passa por três etapas fundamentais, sendo respectivamente a trituração e a mistura da matéria prima, o aquecimento na temperatura ideal para a formação do clínquer e a moagem do clínquer com a adição de gesso em sua composição.

A cal é um dos ligantes mais antigos, o endurecimento é lento pois é necessário a difusão do CO₂ para o interior do material em que é integrado. A cal pode ser utilizada em diversas aplicações na construção civil, desde as argamassas, isolantes térmicos e entre outros. A produção ocorre devido a calcinação das rochas de calcárias, compostas por materiais na forma de pó extremamente finos, sendo eles o cálcio e o magnésio. Para o seu processo industrial, se faz necessária a extração da matéria prima e britagem, partindo para a seleção da faixa granulométrica ótima e transporte para o forno, calcinação e controle do grau de calcinação, passando pelo processo de moagem adequada para cada tipo de hidratador, depois disso é feito o armazenamento da cal virgem e em sequência é feita a hidratação e moagem para que por fim seja feito o ensacamento e distribuição para comercialização da cal no mercado. Existem duas formas de se encontrar a cal no mercado: a cal virgem e cal hidratada. Vale ressaltar que este processo pode ser feito independentemente do tipo de forno e do hidratador.



Figura 5 – Materiais usados na confecção dos corpos de prova. (Fonte: Autoria própria) (2021).

ENSAIO DE COMPRESSÃO

O significado da palavra resistência já é autoexplicativo, que no caso seria ação ou efeito de resistir, de não ceder nem sucumbir. Trazendo esta afirmação para realidade do presente artigo, foi levado em consideração que a argamassa com o traço alternativo precisaria atender também requisitos referente a resistência do um fator externo, no caso, a compressão. Para verificar o quão resistente o material alternativo seria referente a compressão, é necessário a utilização de uma prensa hidráulica, que para este caso em específico, foi utilizada a prensa do centro de tecnologia da Universidade São Francisco do campus de Bragança Paulista.



Figura 6 – Prensa Hidráulica Forney (Fonte: Autoria própria) (2021).

Inicialmente, os processos deveriam ser levados à risca de acordo com a norma correta, que seria a NBR 13279/2005, porém devido a falta de ferramentas primordiais na universidade para a execução do processo como por exemplo a mesa vibratória e forma retangular, portanto, o teste foi adaptado, usando como referência o da norma 5739/1994, que o socamento do material passa a ser feito através de uma haste e seu corpo de ensaio passa a ser cilíndrico.

Segundo a NBR 5738/2015, os corpos de prova podem ser cilíndricos ou prismáticos. A altura deve ser igual ao dobro do diâmetro. A tolerância é no máximo de 2%. O diâmetro do cilindro varia entre 10 cm e 45 cm, aumentando em 5 em 5 centímetro. 10 a 30 cm e 15 cm (45 cm) da última medição. O molde dos corpos de provas que atendem ao padrão deve ser feito dos seguintes materiais e atender às especificações relatadas.

ENSAIO DE ARRANCAMENTO

Com a utilização NBR 13528/2019 que padroniza e explica o processo de desenvolvimento do ensaio de arrancamento de argamassas, foi executado um processo no Centro Tecnológico das Engenharias da Universidade São Francisco no campus de Bragança Paulista, que fornecerá dados referentes a resistência de aderência à tração de revestimento de argamassas.

Para o desenvolvimento, é necessário a utilização de um equipamento chamado de aderímetro para ensaios em argamassa, o mesmo permite que a aplicação de carga seja contínua, possui um fácil manuseio, baixo peso e é dotado de um dispositivo para leitura de carga, apresentando um erro máximo de 2%. Restrito a utilização em superfícies ortogonais, o mesmo conta com três apoios reguláveis podendo assim corrigir pequenas imperfeições, possibilitando que a carga seja aplicada no centro do aparelho sem nenhum problema. Porém, vale ressaltar que antecedente a isso, deve-se utilizar uma cerra-copo junto a uma furadeira, afim de abrir vãos circulares na superfície, para que seja possível a inserção de pastilhas que são coladas através de um material colante compatível com as atividades mecânicas presentes nos materiais do ensaio. Estas pastilhas, após serem coladas, servem como um ponto que irá gerar carga afim de submeter o material ao colapso, gerando assim dados referente a argamassa utilizada.



Figura 7 – Aderímetro para ensaios em argamassa (Fonte: Autoria própria) (2021).

MÉTODO UTILIZADO

Para a execução do ensaio de um determinado traço, os materiais a serem utilizados devem seguir um estrito padrão de dosagem, a fim de garantir a qualidade do estudo. Para o mesmo, o traço selecionado a ser produzido, foi o colante, que foi submetido ao teste de compressão e ao de arrancamento.

TIPO DE USO	CIMENTO	CAL	SUBSTITUIDA TOTALMENTE POR AREIA RECICLADA	20% DO VOLUME TOTAL DA ARGAMASSA		
			AREIA	ÁGUA PLUVIAL	ÁGUA TRATADA	ÁGUA CINZA
COLANTE	1	2	8	10%	8%	2%

Figura 7 – traço selecionado para o estudo (Fonte: Autoria própria) (2021).

ENSAIO DE COMPRESSÃO (MÉTODO)

Para o desenvolvimento das atividades práticas deste trabalho, foram utilizadas as instalações do Centro Tecnológico das Engenharias da Universidade São Francisco - USF do campus de Bragança Paulista, com o auxílio dos técnicos e professores.

Para o ensaio a compressão, um dos ensaios mais viável para a verificação de resistência do material, foi feito de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que regem as instruções do ensaio.

De início foi feita a moldagem dos corpos de provas, para isso é necessário, que antes de preencher o corpo de prova com cimento, passa-se um óleo responsável para facilitar o desmolde, conhecido como desmoldante, um óleo mineral e lubrificante que não reaja com o cimento. É necessário que ao inserir a massa no corpo de prova, distribua uniformemente dentro do corpo, respeitando a quantidade de camada de acordo com o tamanho de corpo de provas escolhido, utilizando-se uma haste de 600mm ou 800mm para retirar os vazios e assim também fazer a homogeneização do material (NBR 5738, ABNT, 2015).

Após os moldes serem preenchidos totalmente, faz-se necessário a retirada dos excessos, para que em seguida seja feita o armazenamento dos moldes. No processo de moldagem não devem ocorrer interrupções e já no armazenamento, deve ser escolhido um lugar fresco, livres de vibrações. (NBR 5738, ABNT, 2015).

1. Materiais: Os materiais foram separados para a produção de 08 corpos de prova cilíndricos, sendo 04 de argamassa convencional e 04 de argamassa alternativa;
2. Preparação da argamassa: A argamassa foi preparada seguindo o traço selecionado: 1; 2; 8; 20% do volume total da argamassa em água. Em seguida a mesma foi misturada e inserida nas formas de corpos de prova cilíndricos, recebendo 2 camadas de argamassa e sendo golpeadas 12 vezes cada camada;
3. Cura: Após serem desmoldados, os corpos de prova devem permanecer com sua secagem a seco, devido a presença da cal, conforme denomina a NBR 13279;
4. Os corpos foram rompidos após 7 e 28 dias.

ENSAIO DE ARRANCAMENTO (MÉTODO)

Para o desenvolvimento das atividades práticas deste trabalho, foram utilizadas as instalações do Centro Tecnológico das Engenharias da Universidade São Francisco - USF do campus de Bragança Paulista, com o auxílio dos técnicos e professores.

Para o ensaio de arrancamento, foi necessário a utilização das normas ABNT para o assunto estudo, estas mesmas que regem as instruções do ensaio.

Inicialmente, foi necessário a produção de uma pequena parede, utilizando a argamassa alternativa, e blocos cerâmicos, para o auxílio desta produção, foi utilizado uma forma feita de madeira e produzida exclusivamente para este estudo em específico, afim de criar uma estrutura mais padronizada. Após isso, foi necessário um tempo de cura de 14 dias da argamassa, tempo este que não condiz com o indicado pela NBR13528/2019, que no caso seria de 56 dias para argamassas compostas por areia e cal. Continuando os processos, a parede foi desmoldada da caixa e na mesma foi iniciado o processo de abertura de vãos com a serra-copo, para possibilitar a inserção das pastilhas que faram o arrancamento do material estudado.

1. Materiais: Os materiais foram separados para a produção de 01 parede com 06 blocos cerâmicos totalmente revestida com argamassa tendo 2,5c;
2. Preparação da argamassa: A argamassa foi preparada seguindo o traço selecionado: 1; 2; 8; 20% do volume total da argamassa em água. Em seguida a mesma foi misturada por uma betoneira;
3. Produção do elemento: A parede foi produzida através de um molde desenvolvido pelos alunos afim de padronizar o preenchimento;
4. Cura: Após 15 dias, a parede foi removida do molde e deu-se início ao processo do ensaio conforme orientado pela norma;
5. As pastilhas logo após coladas, devem ser respeitadas 24 horas de secagem da cola epóxi e em seguida tem de ser removida através do aderímetro, que irá aferir os dados através de um leitor digital.

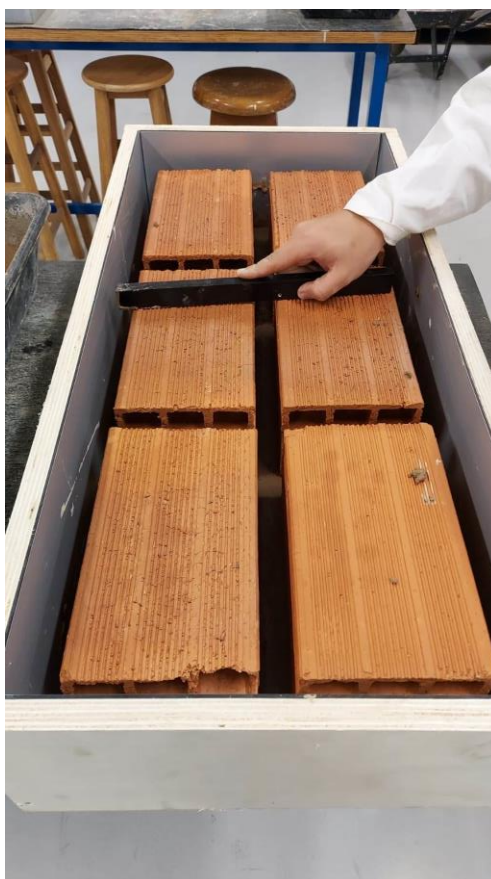


Figura 8 – Verificação de nível dos blocos a serem assentados (Fonte: Autoria própria) (2021).



Figura 9 – Blocos assentados com argamassa alternativa dentro da forma (Fonte: Autoria própria) (2021).



Figura 10 – Elemento estrutural com cobertura de argamassa alternativa (Fonte: Autoria própria) (2021).

Resultados e Discussão

ENSAIO DE COMPRESSÃO (RESULTADOS)

Após o desenvolvimento do presente projeto referente ao ensaio de resistência à compressão da argamassa, foram obtidos resultados relevantes e para exemplificar de forma mais didática estes dados foram transferidos para as tabelas a seguir:

Tabela 1 – Resultados (Traço Convencional)

Cura (dias)	Amostra		
		Massa (Kg)	Tensão (Mpa)
7	CP 01 CONV.	2,70	4,35
	CP 02 CONV.	2,58	1,32
28	CP 03 CONV.	2,67	2,16
	CP 04 CONV.	2,72	2,58

Fonte: Autoria própria (2021)

*Dados de referência obtidos pelos técnicos do laboratório do CT - Centro Tecnológico das Engenharias.

Vale ressaltar que, para fins de referência, foram produzidos também corpos de prova com traços convencionais, podendo efetuar em seguida a comparação com o traço alternativo que está sendo estudado neste artigo.

Tabela 2 – Resultados (Traço Alternativo)

Cura (dias)	Amostra		
		Massa (Kg)	Tensão (Mpa)
7	CP 01 ALT.	2,30	0,99
	CP 02 ALT.	2,42	0,97
28	CP 03 ALT.	2,25	2,33
	CP 04 ALT.	2,34	2,07

Fonte: Autoria própria (2021)

*Dados de referência obtidos pelos técnicos do laboratório do CT - Centro Tecnológico das Engenharias.

Com os resultados de massa (kg) e tensão (Mpa) obtidos e apresentado pelas tabelas anteriores, torna-se possível efetuar cálculos de médias aritméticas simples para verificar de forma mais didática os resultados obtidos, tanto para o traço convencional quanto para o traço alternativo. Observe na equação (1)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (xi)}{n} \quad (1)$$

Onde:

\bar{x} : média aritmética dos dados;

xi : valor de cada uma dos dados coletados;

n : número total de dados do conjunto.

Tabela 3 – Médias obtidas

Cura (dias)	Amostra		
		Massa (Kg)	Tensão (Mpa)
7	CP 01-02 CONV.	2,64	2,835
	CP 01-02 ALT.	2,36	0,98
28	CP 03-04 CONV.	2,695	2,37
	CP 03-04 ALT	2,295	2,2

Fonte: Autoria própria (2021)

*Dados de referência obtidos técnicos do laboratório do CT - Centro Tecnológico das Engenharias.

Para ficar ainda mais compreensível através de outro método, segue abaixo um gráfico que buscar exemplificar de forma mais visual os resultados.

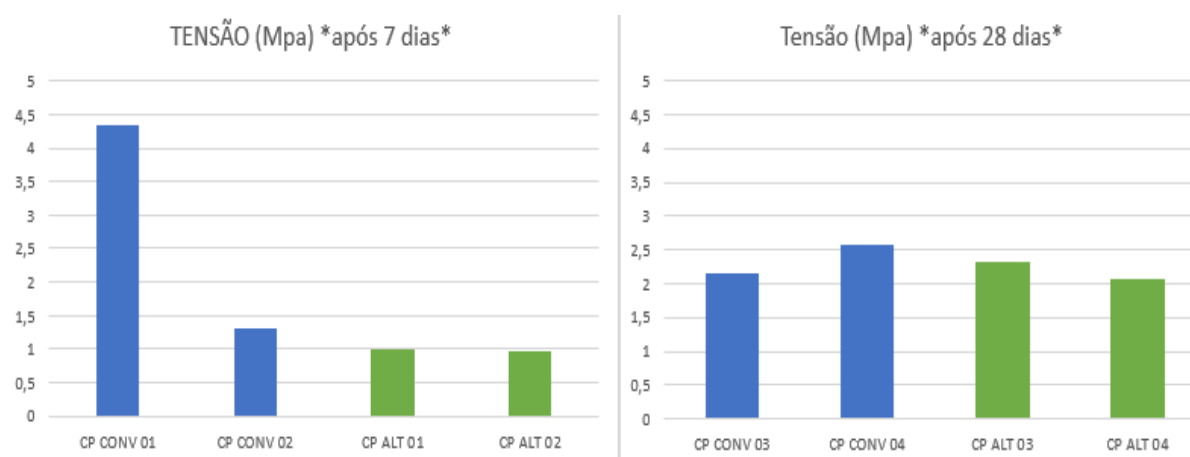


Figura 11 – Comparativos de resistências dos corpos após sete e vinte e oito dias.
(Fonte: Autoria própria) (2021).

É evidente que nos 7 primeiros dias, a argamassa convencional apresenta uma maior resistência inicial, porém após os 28 dias, que correspondem cura máxima deste projeto, os valores são equivalentes entre os corpos de prova que contém argamassa convencional e os corpos de prova que contém argamassa alternativa no que se diz respeito a resistência.

ENSAIO DE ARRANCAMENTO (RESULTADOS)

Após o desenvolvimento do presente projeto referente ao ensaio de arrancamento da argamassa, foram obtidos resultados relevantes e para exemplificar de forma mais didática estes dados foram transferidos para as tabelas a seguir:

Tabela 4 – Determinação da resistência superficial.

CORPOS DE PROVA			Carga da ruptura N	Tensão MPa	Tipo de ruptura (%) (ver 11.2)				OBSERVAÇÕES
Nº	Diâmetro (d) mm	Area ² mm ²			(A) EMBOÇO	(B) SUPERFICIE DO EMBOÇO	(C) COLA/EMBOÇO	(D) COLA/PASTILHA	
1	50	1924	627	0,33	70	-	30	-	
2	50	1924	196	0,10	-	100	-	-	
3	50	1924	215	0,11	10	90	-	-	
4	50	1924	735	0,38	100	-	-	-	
5	50	1924	362	0,19	90	-	10	-	
6	50	1924	372	0,19	20	80	-	-	
7	50	1924	304	0,16	100	-	-	-	
8	50	1924	186	0,10	20	80	-	-	
9	50	1924	715	0,37	70	-	30	-	
10	50	1924	304	0,16	100	-	-	-	
11	50	1924	333	0,17	-	100	-	-	
12	50	1924	402	0,21	90	-	10	-	

Fonte: Autoria própria (2021)

*Dados de referência NBR 13528/2019 – Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência a tração.

Para que os resultados sejam vistos entre si de forma mais didática, acompanhe o gráfico abaixo referente aos resultados.

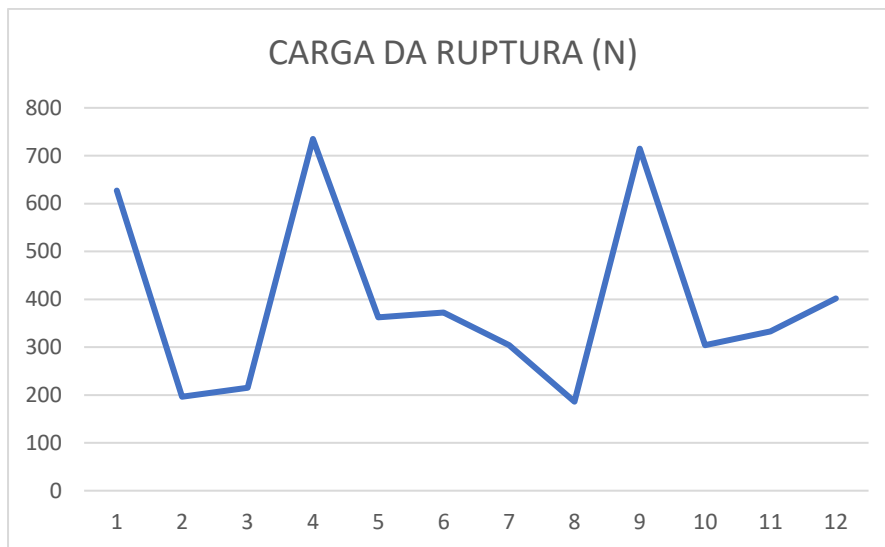


Figura 12 – Gráfico das respectivas cargas de ruptura dos corpos de prova.
(Fonte: Autoria própria) (2021).

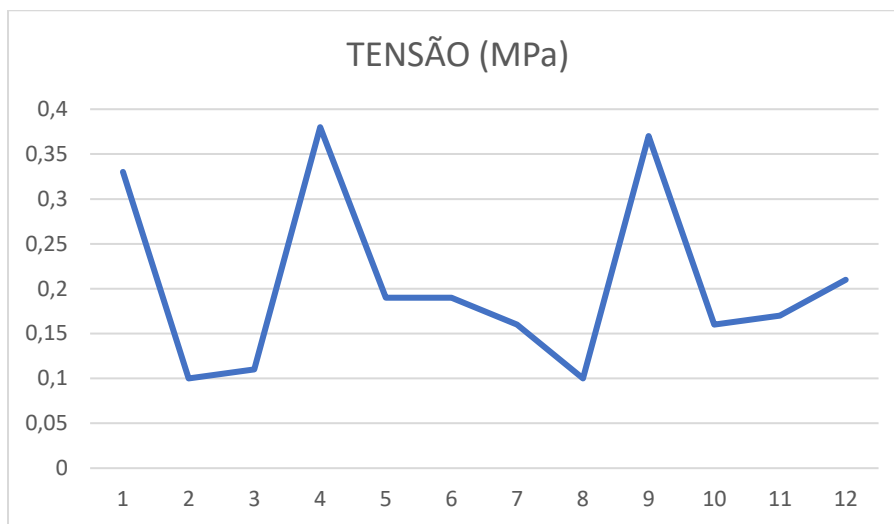


Figura 13 – Gráfico das respectivas tensões obtidas pelos corpos de prova.
(Fonte: Autoria própria) (2021).

Vale ressaltar que a parede teve apenas 15 dias de cura para o teste, portanto, deve-se levar em consideração que os presentes resultados contam com uma variação que precisa ser considerada, já que o tempo correto de cura para ensaio conforme citado pela norma para argamassas mistas é de 28 dias, já elementos compostos por argamassa que contém a cal hidratada o tempo é o dobro, necessitando assim de 56 dias de cura para o desenvolvimento do ensaio, que é o caso do presente estudo descrito até aqui. Portanto, é plausível afirmar que dentre as condições ideais, o presente elemento de estudo desta etapa poderia obter resultados ainda superiores.

Com base nos dados obtidos, é possível analisar o tipo de rompimento, para que seja possível mensurar através de porcentagem a forma que o arrancamento deve ser considerado, verifique a imagem abaixo.

10.3 Forma de ruptura dos corpos de prova

A(s) forma(s) de ruptura dos corpos de prova deve(m) ser expressa(s) com indicação da porcentagem de ocorrência e apresentada(s) junto com o respectivo valor da resistência de aderência.

NOTA A ruptura nem sempre ocorre na interface entre o revestimento e o substrato.

As Figuras 4 e 5 apresentam as formas de ruptura possíveis, com suas denominações, para sistemas de revestimento sem chapisco e com chapisco, respectivamente.

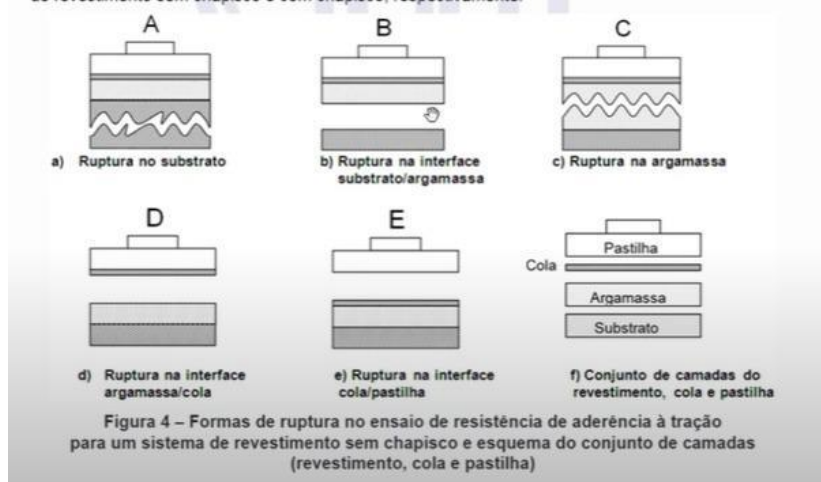


Figura 14 – Formas de ruptura dos corpos de prova.

(Fonte: NBR 13528/2019 – Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência a tração.) (2021).

Conclusões

O objetivo principal do presente estudo constituiu em desenvolver, aplicar e analisar um traço de argamassa diferente dos comumente utilizados que traga uma maior sustentabilidade para o ramo da construção civil, com o objetivo de utilizar estas soluções renováveis para o melhor uso de nossos recursos finitos, gerando assim um retardo no processo de degradação e possíveis extinções destes recursos naturais. Para isso, avaliou-se o traço desenvolvido de modo a obter os resultados que possam comprovar a possibilidade da inserção deste novo material nas construções de pequeno porte, sem a sua presença em elementos estruturais

É de extrema importância salientar que, ao decorrer deste estudo, foram criadas adaptações referentes ao ensaio de compressão, já que o laboratório onde o processo foi desenvolvido não contava com equipamentos fundamentais para a produção dos corpos de prova de argamassa, sendo utilizado um corpo cilíndrico, que é o mesmo utilizado para ensaios de rompimento de corpos de prova de concreto. Em relação ao ensaio de arrancamento, o ensaio foi feito de forma prematura no que se diz respeito a sua cura de material, já que o equipamento adequado (aderímetro) para o ensaio de arrancamento foi fornecido para o laboratório dos estudos de forma atrasada, porém o estudo foi feito da mesma forma afim de obter resultados relevantes.

Com base nos elementos desenvolvidos por meio da argamassa criada para este estudo, é possível concluir através dos resultados obtidos que, as características físicas e mecânicas do material se assemelha bastante aos materiais que geralmente utilizados na grande maioria das construções, podendo assim de forma geral ser utilizada como uma alternativa mais sustentável para projetos específicos visto que os dados obtidos por meio dos ensaios não sofreram alterações significativas em curto prazo.

Com relação às práticas feitas em laboratório, vale ressaltar que existe uma variação significativa nos elementos a serem estudados, já que cada fator no processo produtivo e de cura do corpo de prova influi diretamente nos resultados. Mesmo possuindo um período de cura reduzido de 14 dias, o material teve valores próximos aos valores obtidos por outros estudos com a argamassa convencional em relação a sua resistência a de aderência a tração. Já no ensaio

de compressão, após a cura total de 28 dias, a argamassa obteve valores inferiores, porém com diferenças pouco significativas as argamassas convencionais.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade São Francisco, a todo o corpo de docentes, coordenadores, técnicos, ao orientador Prof. Me. Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena e as demais pessoas que contribuíram de alguma forma com a realização deste trabalho de graduação, e ao longo de toda nossa jornada acadêmica nestes anos.

Referências Bibliográficas

ABNT. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

_____. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão em corpos de prova cilíndricos

_____. **NBR 5738**: Concreto – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto.

_____. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

VIVA GREEN – **REUSO DE ÁGUAS CINZAS**. - Disponível em: <https://vivagreen.com.br/agua/reuso-de-aguas-cinzas/>. Acesso em 28/10/2021

SAAE CARMO DO CAJURU – MG – **ÁGUA DE CHUVA NÃO PODE MISTURAR COM ESGOTO**. - Disponível em: <https://saaecarmodocajuru.mg.gov.br/conteudo/agua-de-chuva-nao-pode-misturar-com-o-esgoto>. Acesso em 28/10/2021

HB AMBIENTAL SISTEMAS DE RECICLAGEM – PRODUTOS – **AREIA RECICLADA**. - Disponível em: <http://www.hbambiental.com.br/produtos/>. Acesso em 28/10/2021

SILVA, Arthur – **AREIA PARA CONSTRUÇÃO: SAIBA TUDO QUE PRECISA AQUI!** - Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/materiais/areia-para-construcao/>. Acesso em 28/10/2021

ANEXOS

