

Reforço de argamassas com fibras de papel kraft reaproveitadas de embalagens de cimento

Reinforcement of mortars with kraft paper fibers reuse of cement packaging

DOI:10.34117/bjdv8n3-385

Recebimento dos originais: 27/01/2022

Aceitação para publicação: 25/02/2022

Carlos Drumond do Nascimento Morais

Mestre em Ciência e Inovação Tecnológica

Instituição: Instituto Federal de Rondônia

Endereço: Rua Ernandes Índio, 6531 – Residencial Lagoa Azul - Casa 66

CEP: 76825-412

E-mail: carlos.morais@ifro.edu.br

Wilians Montefusco da Cruz

Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano

Instituição: Instituto Federal do Acre

Endereço: Avenida Recanto Verde, 550, Conjunto Mariana – Rio Branco, Acre

CEP: 69919-182

E-mail: montefusco25@hotmail.com

Marcelo Victor de Assis Morais

Mestre em Ciência e Inovação Tecnológica

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rua São Sebastião, 315, Isaura Parente – Rio Branco, Acre, CEP: 69.918-310

E-mail: eng.marcelovmorais@gmail.com

Rafael Pereira Louzada

Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias em Engenharia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rua Maria Jose Domingos, 74, Bairro Calafate - Rio Branco, Acre

CEP: 69.914-314

E-mail: rrppl93@gmail.com

Paulo Roberto de Lima Mendes

Especialista em Estruturas de Concreto Armado

Endereço: TV. Gameleira 35, Bahia Nova, Rio Branco Acre, CEP: 69911739

E-mail: prlimamendes@gmail.com

RESUMO

Dentre os insumos utilizados na construção civil, o cimento Portland é um dos mais utilizados. A sua embalagem é de difícil reaproveitamento, pois ao entrar em contato com o cimento, torna-se inadequado aos processos convencionais de reciclagem, sendo comumente descartados de forma irregular. A embalagem é feita de papel Kraft, a partir de polpas de fibras celulósicas longas, as quais são utilizadas como materiais de reforços em materiais de construção há muitos anos. O presente trabalho teve como objetivo

avaliar o uso de fibras de papel Kraft reaproveitadas de embalagens de cimento como material suplementar na confecção de argamassas. As fibras foram utilizadas com as porcentagens de 0, 0,5, 1 e 1,5% do peso do material seco no traço fixo de 1: 0,48: 3, e avaliadas conforme suas propriedades físicas de índice de vazios, absorção de água e massa específica, e suas propriedades mecânicas de resistência à compressão e à tração. Entre as composições estudadas, o suplemento adicional de 0,5% de fibras papel Kraft nos corpos de prova proporcionou resistências mecânicas semelhantes ao do grupo com 0% de fibras, de modo que o uso das fibras se mostrou um meio adequado para a produção de materiais de construção sustentáveis.

Palavras-chave: argamassa, papel kraft, resíduos sólidos.

ABSTRACT

Among the inputs used in civil construction, Portland cement is one of the most used. Its packaging is difficult to reuse, because when it comes in contact with cement, it becomes unsuitable for conventional recycling processes, being commonly discarded in an irregular way. The packaging is made of Kraft paper, using pulps of long cellulosic fibers, which have been used as reinforcement materials in construction materials for many years. The present study aimed to evaluate the use of reused Kraft paper fibers from cement packaging as a supplementary material in making mortars. The fibers were used with the percentages of 0, 0.5, 1 and 1.5% of the dry material weight in the fixed line of 1: 0.48: 3, and evaluated according to their physical properties of voids index, absorption of water and specific mass, and its mechanical properties of resistance to compression and traction. Among the studied compositions, the additional supplement of 0.5% of Kraft paper fibers in the specimens provided mechanical resistance similar to that of the group with 0% fibers, so that the use of the fibers proved to be an adequate means for the production of sustainable building materials.

Keywords: mortar, kraft paper, solid waste.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas atualmente na sociedade é a grande quantidade de resíduos sólidos urbanos que são gerados no mundo. Para ser mais exato, são 1,4 bilhão de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano. Isso significa uma média de 1,2 kg per capita ao dia (EOS, 2018). Nas últimas décadas tem se observado um aumento populacional e a expansão das cidades refletindo no crescimento intensificado do setor de construção civil, sendo que em 2019 os municípios brasileiros coletaram cerca de 44,5 milhões de toneladas de resíduos da construção civil, e esses dados não incluem empresas privadas, ou seja, o volume do resíduo gerado é ainda maior (ABRELPE, 2020).

Dentre todos os insumos utilizados na construção civil, o cimento Portland figura entre os principais. De setembro de 2018 a agosto de 2019, o consumo de cimento no país atingiu a marca de 53,6 milhões de toneladas (SNIC, 2019). O que significa que foram

produzidas 112,56 mil toneladas de resíduos provenientes das embalagens, uma vez que 70% do produto é comercializado na forma ensacada, e cada saco de cimento pesa cerca de 150 g. Devem ser somados a estes ainda os sacos de cal, outro material amplamente empregado na construção civil e em crescente consumo nas obras de edificações em todo o país.

A embalagem em que o cimento é comercializado é feito de um papel altamente resistente, se tornando um resíduo sólido na construção civil que não é aproveitado durante a execução das construções, gerando impactos ambientais graves (ALVES, 2016). O papel, quando em contato com o cimento Portland, nas embalagens de distribuição deste último, torna-se inadequado a processos de consumos secundários e ainda desqualificado aos processos convencionais de reciclagem, sendo descartado em “lixões”, aterros sanitários ou nos chamados “bota-foras” de materiais de construção (SCHMAL; AVILA, 2008).

O papel de embalagens de cimento é feito de papel Kraft, fundamentalmente produzido por celulose não branqueada. A produção brasileira de papel Kraft atingiu 352 mil toneladas em 2012, onde esses sacos são produzidos a partir de fibras celulósicas de pinus ou bambu, que possuem fibras curtas e longas, respectivamente (FOELKEL, 2014). As fibras do bambu são longas como as do pinheiro e estreitas como as do eucalipto, o que faz com que se entrelacem mais, conferindo excelentes características físicas aos papéis (BRACELPA, 2013).

Devido às suas propriedades mecânicas razoavelmente boas, baixo custo, alta força específica, sustentabilidade, biodegradabilidade, facilidade de fabricação e boa rigidez estrutural, as fibras vegetais podem ser usadas em uma ampla gama de aplicações (ALKBIR et al., 2016). No Brasil, a utilização destas fibras como reforços de matriz cimentícia existe há muitos anos, e utilizar esses compósitos a partir da fibra para a construção civil é de grande importância para o crescimento do país, através da sustentabilidade (CRISTINA et al., 2018).

O uso de recursos naturais renováveis, como as fibras vegetais, pela indústria da construção civil, pode contribuir para o desenvolvimento de outros materiais de construção sustentáveis (PACHECO-TORGAL; JALALI, 2011). O uso de fibras das embalagens de cimento pode melhorar características térmicas e mecânicas de placas de compósitos cimentícios de uso não estrutural em paredes de vedação e outros projetos construtivos (SILVA, 2013).

No entanto há de se levar em conta que a matriz cimentícia possui um pH

altamente alcalino, e então as fibras e a composição da matriz devem ser adequadas visando contornar esse problema (RAMAKRISHNA; SUNDARARAJAN, 2005). Para reduzir o efeito da alcalinidade do meio, existe a alternativa de se utilizar as fibras sob a forma de polpa celulósica (CORREIA, 2011).

Ao se utilizar a polpa celulósica ao invés das fibras em seu estado natural, proporciona-se uma resistência química às fibras à degradação alcalina da matriz cimentícia. O que proporciona essa resistência química é o processo de polpação química das fibras, que remove a lignina, hemicelulose e extrativos, componentes esses que podem interferir na hidratação do cimento e também são muito susceptíveis ao ataque alcalino (COUTTS; WARDEN, 1992).

O objetivo do trabalho então foi avaliar a adição das fibras celulósicas, provenientes do reaproveitamento de embalagens de papel Kraft de cimento Portland, na argamassa de cimento e areia e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas do compósito.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

O cimento utilizado foi do tipo CP IV – 32, marca ITAÚ, da empresa Votorantim. O cimento referido tem a adição de pozolana em sua composição, o que diminuirá o ataque alcalino às fibras celulósicas. As fibras de papel Kraft foram provenientes das próprias embalagens do cimento utilizado, as quais, limpas, pesavam, em média, 150 gramas.

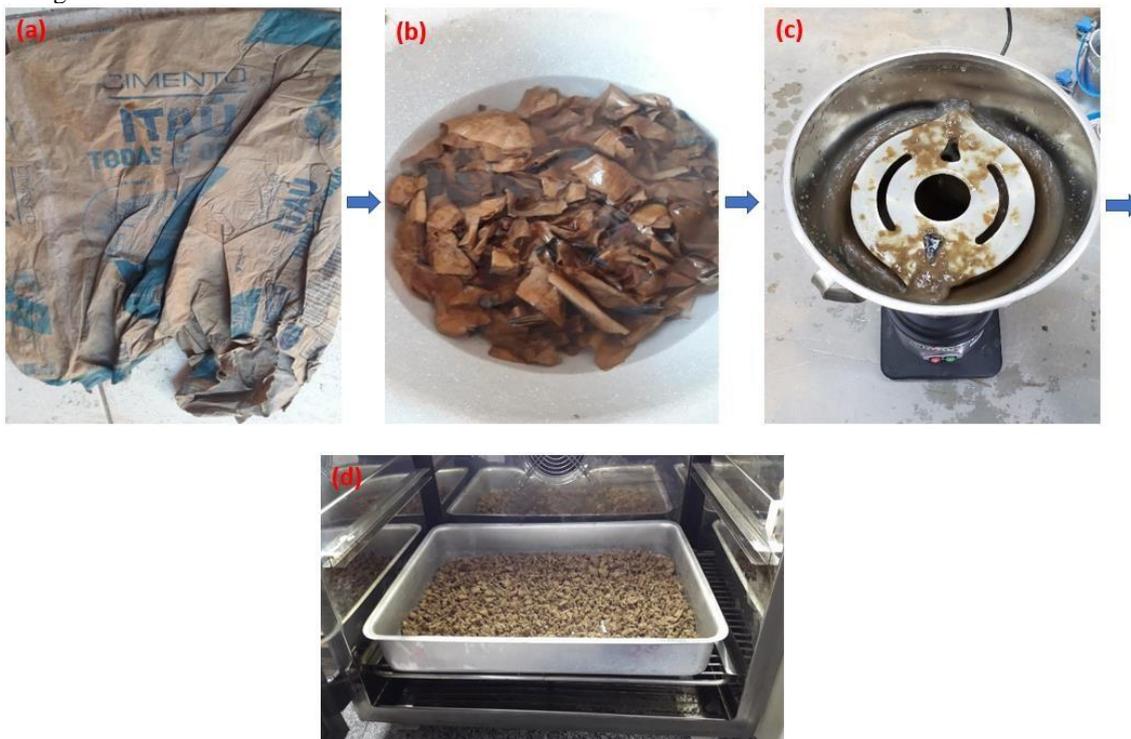
O agregado miúdo foi proveniente do rio Acre, obtida comercialmente. Para a caracterização do material, foi realizado o ensaio de composição granulométrica, com peneiras de série normal partindo da peneira 9,5 mm até a 0,075 mm, conforme NBR NM 248 (ABNT, 2003a). Foram ensaiadas cinco amostras de 500 g, e em seguida feita a comparação da curva granulométrica da areia com as zonas ótimas e utilizáveis descritas em norma. A partir do ensaio de granulometria, também foi possível obter os parâmetros de módulo de finura, inchamento, diâmetro máximo do agregado miúdo e massa específica real e aparente, sendo estes dois últimos realizados conforme NBR NM 52 (ABNT, 2003b).

2.2 POLPAÇÃO DAS FIBRAS DE PAPEL KRAFT

Para polpação das fibras de papel Kraft (Figura 1), as embalagens de cimento

foram cortadas manualmente, lavadas e depois dispersas com auxílio de liquidificador com proporção média de 6 litros de água por embalagem. Em seguida, foram secas em estufa a 60°C por 24 horas.

Figura 1 - Processo de polpação das fibras de papel Kraft. (a) Embalagem de cimento Portland CP-IV 32; (b) Lavagem e fragmentação manual das embalagens; (c) Dispersão das fibras no liquidificador; (d) Secagem em estufa.



Fonte: pelos autores (2021).

2.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS FIBRAS DE PAPEL KRAFT

A composição química das fibras foi determinada no Laboratório de Bromatologia da EMBRAPA/AC. Os teores de FDN (Fibra insolúvel em reagente detergente neutro) / FDA (Fibra insolúvel em reagente detergente ácido) foram determinados pelo método de Van Soest, utilizando o Ácido Sulfúrico a 72% (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991).

2.4 DOSAGEM E PREPARO DA ARGAMASSA

A preparação da argamassa foi feita em laboratório, utilizando argamassadeira, de acordo com o que preconiza a NBR 7215 (ABNT, 2019). A dosagem dos materiais foi realizada com base na mesma norma, onde a cada amassamento na argamassadeira, foram utilizados 624g de cimento Portland, 1.872g de areia e 300 ml de água, ou seja, com uma proporção volumétrica de 1: 0,48: 3. O traço foi utilizado em todas as amostras, mudando somente o teor de adição de fibras.

Os teores de adição das fibras de papel kraft foram 0,5%, 1,0% e 1,5%, em massa, em relação à massa total de material seco do traço, visando investigar teores próximos ao teor ótimo encontrado por Santana, 2015. O modelo de dosagem está exemplificado

na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de materiais por amassamento

TRAÇO POR AMASSAMENTO				
Grupo/material	Cimento (kg)	Areia (kg)	Água (ml)	Papel Kraft (g)
Traço 1 (Controle)	0,624	1,872	300	0,00
Traço 2 (Adição 0,5%)	0,624	1,872	300	12,48
Traço 3 (Adição 1,0%)	0,624	1,872	300	24,96
Traço 4 (Adição 1,5%)	0,624	1,872	300	37,44

Fonte: pelos autores (2021).

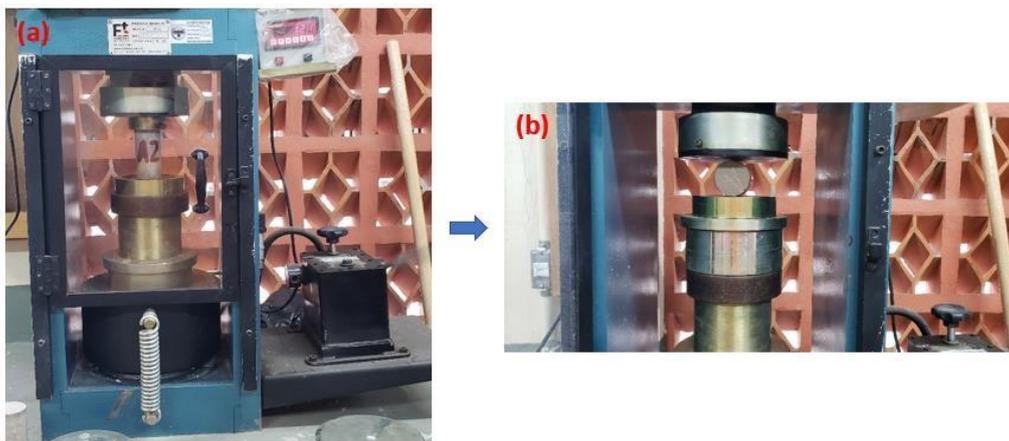
2.5 CONFECÇÃO E CURA DOS CORPOS DE PROVA

A confecção dos corpos de prova cilíndricos foi realizada de acordo com a NBR 7215 (ABNT, 2019), tendo dimensões de 5 cm de diâmetro x 10 cm de altura, onde os moldes foram preenchidos em 4 camadas de iguais volumes e adensados com 30 golpes de soquete em cada uma. Após descanso de 24h, os corpos de prova foram transferidos para o tanque de água para cura úmida até a idade dos testes, que foi de 28 dias.

2.6 ENSAIOS FÍSICOS E MECÂNICOS

Para os ensaios mecânicos, foi utilizada uma prensa manual FORTEST, com capacidade para 100 tonelada força. Os parâmetros mecânicos analisados foram a resistência à compressão axial, conforme NBR 7215 (ABNT, 2019), e resistência à tração por compressão diametral, conforme NBR 7222 (ABNT, 2011), conforme exposto na Figura 2. Já os índices físicos analisados foram o índice de absorção de água, índice de vazios e massa específica, de acordo com os procedimentos da NBR 9778 (ABNT, 2009).

Figura 2 - Ensaio mecânicos de ruptura dos corpos de prova. (a) Ensaio de resistência à compressão axial; (b) Ensaio de resistência à tração por compressão diametral.



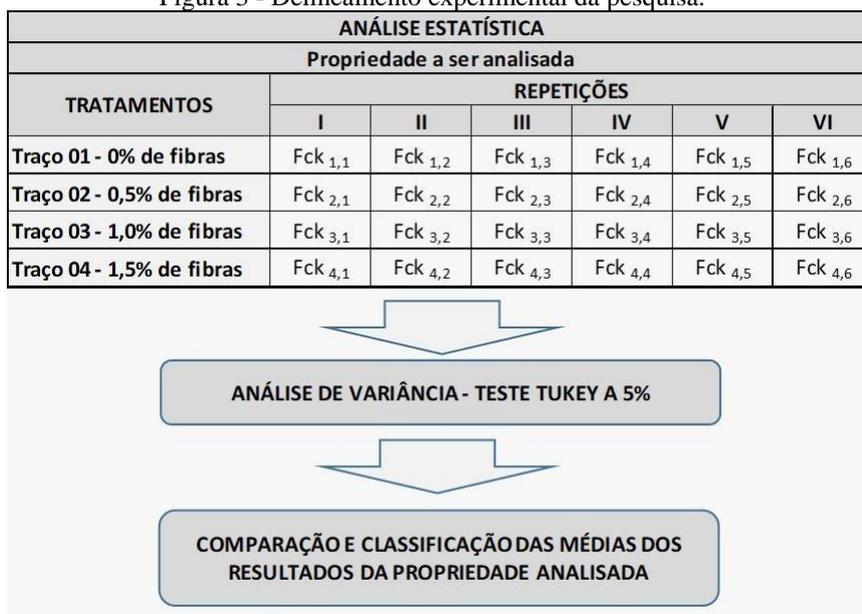
Fonte: pelos autores (2021).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Foram moldadas 06 amostras para cada ensaio e traço, sendo realizado ensaio de compressão axial, e 04 traços com diferentes teores de incorporação de fibras Kraft, com um traço controle sem incorporação de fibras. O total de amostras confeccionadas foi de 24 corpos de prova cilíndricos.

Após obtenção dos resultados, os mesmos foram organizados no formato de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), verificados os pressupostos, e realizada a ANOVA pelo teste Tukey a 5% de significância comparando as médias e classificando os resultados obtidos. O *software* utilizado para a análise foi o Action Stat®.

Figura 3 - Delineamento experimental da pesquisa.



Fonte: pelos autores (2021).

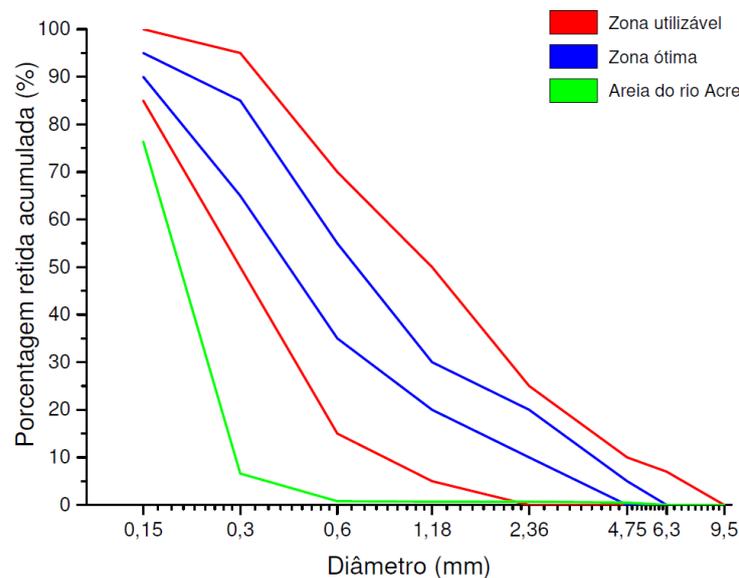
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

3.1.1 Areia

A curva granulométrica da areia, obtida após o ensaio de granulometria, está na Figura 4, com uma comparação das zonas ótimas e utilizáveis conforme exposto em norma. Os outros parâmetros físicos obtidos estão expostos na Tabela 2.

Figura 4 - Curva granulométrica da areia do Rio Acre, em comparação com as zonas ótimas e utilizáveis.



Fonte: pelos autores (2021).

Tabela 2 - Parâmetros físicos da areia do Rio Acre.

Módulo de finura	0,86
Inchamento (%)	39,6
Massa específica real (g/cm³)	2,58
Massa específica aparente (g/cm³)	1,29
Diâmetro máximo (mm)	0,60

Fonte: pelos autores (2021).

É possível perceber que o percentual retido acumulado da média das amostras não se enquadra nos limites recomendados pela norma, uma vez que a areia ensaiada se encontra abaixo da zona considerada utilizável para concreto, possuindo graduação predominantemente abaixo da peneira 0,15 mm e diâmetro máximo de 0,6 mm. Além disso, ao se avaliar o módulo de finura, constata-se que a areia do Rio Acre é classificada como areia muito fina.

3.1.2 Caracterização química das fibras de papel Kraft

A composição química das fibras Kraft está ilustrada na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição química das fibras de papel Kraft.

COMPOSIÇÃO DA PAREDE CELULAR (%)					
MS	FDN	FDA	Hemicelulose	Celulose	Lignina
92,91	97,68	93,18	4,50	84,01	9,34

Fonte: pelos autores (2021).

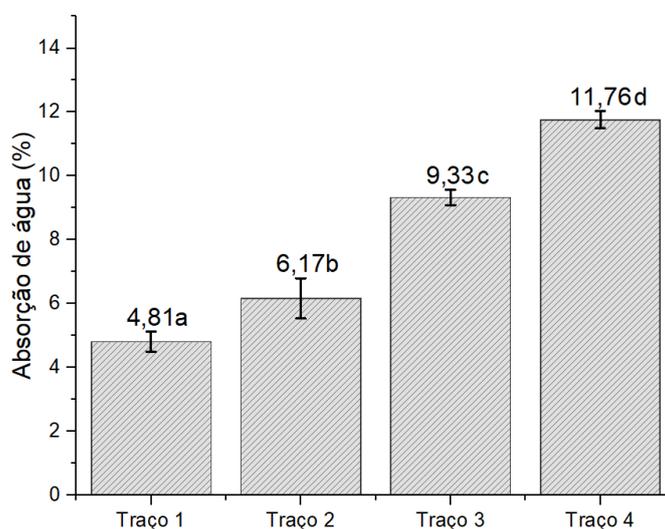
O baixo teor de lignina do papel Kraft, aliado ao alto teor de celulose, proporciona resistência ao ataque alcalino do ambiente cimentício (COUTTS; WARDEN, 1992). Tem-se ainda que o tipo de cimento utilizado, o qual possui adição de pozolana em sua composição, contribui para a diminuição da alcalinidade do concreto (CORREIA, 2014).

3.2 ENSAIOS FÍSICOS

3.1.3 Absorção de água

A Figura 5 mostra as médias de absorção de água dos traços utilizados na pesquisa.

Figura 5 - Médias de absorção de água com os diferentes traços.



Fonte: pelos autores (2021).

Obs: Grupos com mesma letra não diferem significativamente em relação as suas médias, de acordo como Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

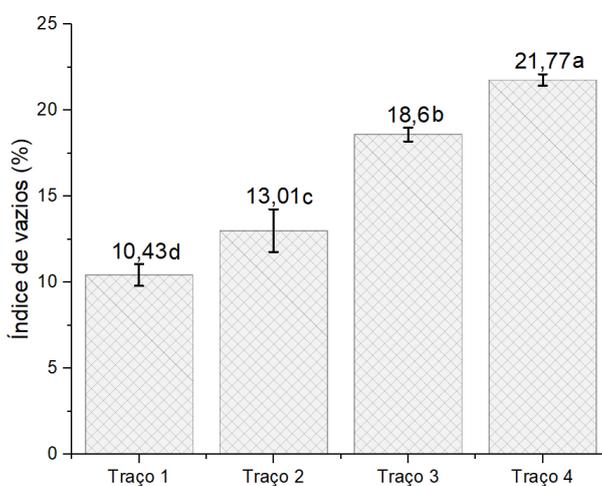
Os valores de absorção de água, possuem normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov e as variâncias dos valores são homogêneas de acordo com o teste de Bartlett. As médias foram classificadas, após a análise de variância, pelo teste Tukey

a 5%. Os resultados mostram que o traço 4 possui a maior absorção de água entre os traços estudados, sendo significativamente maior em relação ao traço sem adição de fibras kraft.

3.1.4 Índice de vazios

A Figura 6 mostra as médias dos índices de vazios dos traços utilizados na pesquisa.

Figura 6 - Médias dos índices de vazios dos diferentes traços.



Fonte: pelos autores (2021).

Obs: Grupos com mesma letra não diferem significativamente em relação as suas médias, de acordo com

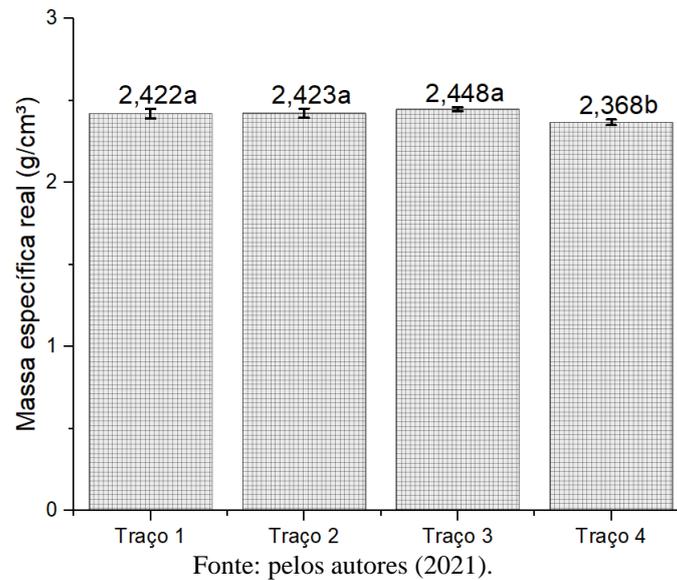
o Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Os valores de índice de vazios não apresentaram normalidade, mesmo após transformação dos valores em Ln. Assim, analisou-se o valor da curtose, a qual se apresentou com valor negativo, permitindo assim a análise de variância e teste Tukey a 5%. O resultado da comparação das médias mostra que o traço 4 possui o maior índice de vazios entre os traços estudados, tendo índice de vazios significativamente maior em relação ao traço sem adição de fibras kraft.

3.1.5 Massa específica real

A Figura 7 mostra as médias de massa específica real dos traços utilizados na pesquisa.

Figura 7 - Médias das massas específicas reais dos diferentes traços



Obs: Grupos com mesma letra não diferem significativamente em relação as suas médias, de acordo como Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Os valores de massa específica possuem normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov e as variâncias dos valores são homogêneas, de acordo com o teste de Bartlett. As médias foram classificadas, após a análise de variância, pelo teste Tukey a 5%. Os resultados mostram que os traços 1, 2 e 3 possuem massa específica semelhante, maiores que o traço 4, sendo a média de massa específica deste menor que o traço com 1,0% de adição de fibras.

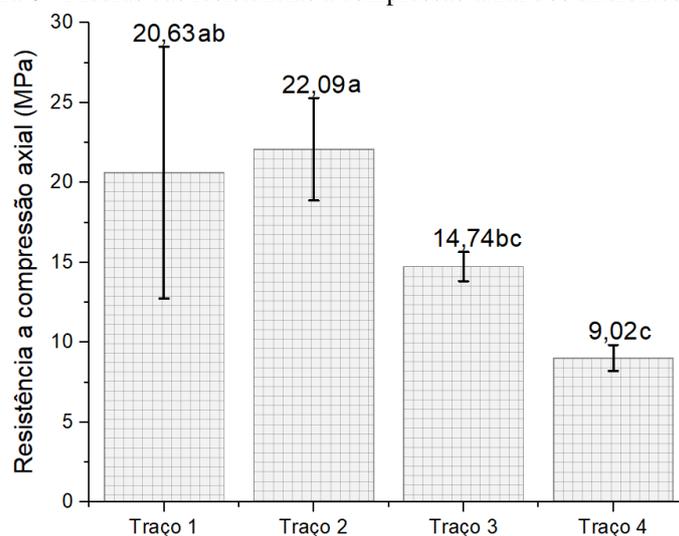
Os resultados dos ensaios físicos aqui descritos corroboram com os realizados por Dias, 2017 e Pereira, 2018, onde é possível perceber que com o aumento do teor de fibras nas argamassas, há também um aumento na absorção de água e no índice de vazios. No entanto, há uma tendência de diminuição da massa específica da argamassa conforme o aumento do teor de fibras. Uma possível justificativa para este fato é devido a reduzida massa específica das fibras de papel Kraft, que é bem menor comparado com a massa específica do agregado miúdo, no caso a areia, o que ocasiona em uma redução na massa específica do conjunto argamassa.

3.1 ENSAIOS MECÂNICOS

3.2.1 Resistência à compressão axial

Os resultados obtidos através dos ensaios de compressão axial estão expostos na Figura 8.

Figura 8 - Médias das resistências à compressão axial dos diferentes traços.



Fonte: pelos autores (2021).

Obs: Grupos com mesma letra não diferem significativamente em relação às suas médias, de acordo com o Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

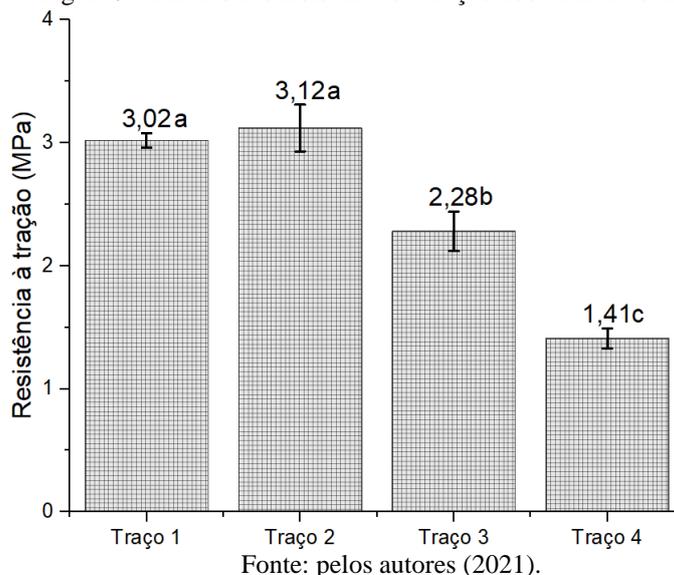
Os valores de Fck apresentaram normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, porém não apresentaram homogeneidade das variâncias nem mesmo após transformação dos valores em Ln, assim, analisou-se o valor da curtose, a qual se apresentou com valor negativo, permitindo assim a análise de variância e teste Tukey a 5%.

Na comparação das médias de Fck dos traços testados, tem-se que os traços 1 e 2 possuem médias semelhantes estatisticamente, assim como são semelhantes os traços de 1 e 3 e 3 e 4. Mesmo semelhantes estatisticamente, a dosagem com 0,5% de fibras kraft possui média de Fck 7,06% maior que a dosagem sem fibras.

3.2.2 Resistência à tração por compressão diametral

Os resultados obtidos através dos ensaios de tração por compressão diametral estão expostos na Figura 9.

Figura 9 - Médias das resistências a tração dos diferentes traços.



Obs: Grupos com mesma letra não diferem significativamente em relação as suas médias, de acordo com o Teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Os valores de Fct apresentaram normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, porém não apresentaram homogeneidade das variâncias nem mesmo após transformação dos valores em Ln, assim, analisou-se o valor da curtose, a qual se apresentou com valor negativo, permitindo assim a análise de variância e teste Tukey a 5%.

Na comparação das médias de Fct dos traços testados, tem-se que os traços 1 e 2 possuem médias semelhantes estatisticamente, sendo a dosagem de 1,5% a que possui média inferior às demais. Mesmo semelhantes estatisticamente, a dosagem com 0,5% defibras kraft possui média de Fck 3,45% maior que a dosagem sem fibras.

Os resultados dos ensaios mecânicos demonstram que há uma tendência de diminuição das resistências à compressão e à tração conforme aumenta o teor de fibras na argamassa. Este comportamento é esperado, devido à baixa resistência mecânica da fibra em comparação com os agregados e maior porosidade da argamassa (SANTOS; CARVALHO, 2011). A redução destas resistências também pode ser explicado devido à dispersão das fibras, que conforme o teor aumenta, há um acréscimo de regiões nos corpos de prova com concentração de fibras, ocasionado pela dispersão inadequada das mesmas (MARTINS; SOARES, 2016).

4 CONCLUSÃO

Pesquisas com o uso de materiais recicláveis vêm crescendo no país, devido a

necessidade de se adequar à nova realidade, onde o uso de materiais sustentáveis deixou de ser um atributo e passou a se tornar uma necessidade. O papel Kraft proveniente das embalagens de cimento se enquadra nesta categoria, visto que ainda há poucas pesquisas relacionadas ao reaproveitamento deste material que é amplamente utilizado no Brasil.

Ante o exposto, pode-se afirmar que os objetivos almejados foram alcançados de forma satisfatória, tendo sido realizado todo o programa experimental planejado e, a partir deste, avaliado a viabilidade da utilização de fibras celulósicas, provenientes do reaproveitamento de embalagens de papel Kraft de cimento Portland, em argamassas. Ademais, os resultados atingidos consolidam com os trabalhos já realizados nessa área.

De modo geral, o desempenho mecânico de argamassas com fibras de papel Kraft é prejudicado pela presença das mesmas, visto que conforme há um aumento no teor de fibras, ocorre um decréscimo em suas resistências. Em se tratando das propriedades do estado fresco, os traços com maiores teores de fibras celulósicas demonstraram uma menor trabalhabilidade, o que se justifica pela absorção das fibras de parte da água do traço, maior dificuldade de dispersão das fibras aliada a maior coesão conferida à mistura. Por esse motivo obteve-se uma redução do índice de consistência da argamassa o que resultou numa maior dificuldade na moldagem das amostras.

Por fim, a partir dos resultados analisados, é possível considerar que o traço com adição de 0,5% de fibras celulósicas de papel kraft de cimento Portland na produção de argamassas é satisfatória, principalmente quando se deseja dar uma destinação ambientalmente adequada para esse resíduo. Entretanto, para os demais traços (1,0 % e 1,5%) faz-se necessário uma análise mais criteriosa, com utilização de aditivo, a fim de favorecer as demais propriedades da argamassa, tanto no seu estado fresco como com melhores desempenhos no estado endurecido.

REFERÊNCIAS

ALKBIR, M.F.M. et al. Fiber properties and crashworthiness parameters of natural fiber-reinforced composite structure: a literature review. **Composite Structures**, v. 148, p. 59-73. 2016.

ALVES, L. D. S. **Influência da adição de fibras de celulose (papel Kraft) nas características dos blocos de concreto não estrutural**. Brasília, 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Relatório Estatístico 2011/2012**. 2013. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2011.pdf>>. Acesso em: 03 fev 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos 2020**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br>>. Acesso em: 03 fev 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7222**: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland — Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019.

CORREIA, V. C. **Produção e caracterização de polpa organossolve de bambu para reforço de matrizes cimentícias**. São Paulo, 2011. 121 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

CORREIA, V. C. et al. Potential of bamboo organosolv pulp as a reinforcing element in fiber-cement materials. **Construction and Building Materials**, v. 72, p. 65–71, 2014.

COUTTS, R. S. P.; WARDEN, P. G. Sisal pulp reinforced cement mortar. **Cement & Concrete Composites**, v.14, n.1, p. 17-21. 1992

CRISTINA, P. et al. Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: uma alternativa na construção civil. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 9, p. 1-18 ed. 779439, 2018.

DIAS, R. A. **Avaliação da interferência da adição de fibras de papel kraft em argamassas**. Brasília, 2017. 94 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

- EOS. **Os números dos resíduos sólidos no mundo.** 2018. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/os-numeros-dos-residuos-solidos-no-mundo/>>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.
- FOELKEL, C. Reciclagem de Papéis Contendo Fibras Longas de Pinus. **Pinus Letter**, n.41, jan. 2014.
- MARTINS, D. V. A.; SOARES, L. M. **Avaliação do desempenho de revestimentos de argamassa com fibras de papel kraft provenientes de embalagens de cal.** Goiânia, 2016. 46f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S. Cementitious building materials reinforced with vegetable fibres: A review. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 2, p. 575- 581, 2011.
- PEREIRA, F. T. M. **Avaliação da influência da adição de fibras kraft em argamassas.** Brasília, 2018. 81 f. Projeto final (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- RAMAKRISHNA, G.; SUNDARARAJAN, T. Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: a comparative study. **Cement and concrete composites**, v. 27, n. 5, p. 547-553, 2005.
- SANTANA, T. S. **Avaliação da adição de fibras de papel kraft, oriundas do saco de cimento, ao concreto utilizado na produção de blocos sem função estrutural.** Brasília, 2015. 78 f. Monografia de projeto final (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- SANTOS, L. R.; CARVALHO, P. E. F. **Avaliação do desempenho de revestimentos de argamassa com fibras de papel kraft provenientes de embalagens de cal.** Goiânia, 2011. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- SCHMAL, A. K.; AVILA, M. **Projeto Construa Limpo.** Artigo Técnico Científico, 2008.
- SILVA, M. A. **Obtenção e caracterização de compósitos cimentícios reforçados com fibras de papel de embalagens de cimento.** Belo Horizonte, 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Resultados preliminares de agosto de 2019.** 2019. Disponível em: <<http://snic.org.br/numeros-resultados-preliminares-ver.php?id=40>>. Acesso em 30 de setembro de 2019.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, Ithaca, v. 74, n. 9, p. 3583-3597, 1991.