XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

ESTUDO DE COMPÓSITOS DE ARGAMASSA COM PÓ DE PEDRA E CASCA DE ARROZ

Study of mortar composites with stone powder and rice husk

FLÁVIA COSTA DE MATTOS[1], ALESSANDRA TESSARO[2], JORGE LUIZ BANDEIRA[3], LUCIANO LOPES DA SILVA[4], FLAVIA VIECELI[5], MATHEUS DE CARVALHO DIAS[6]

[1] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, fcmattos@furg.br
[2] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, alessandrabuss@gmail.com
[3] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, jorgebandeira@furg.br
[4] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, lucianols.eng@gmail.com
[5] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, flavia.c.vieceli@gmail.com
[6] Universidade Federal do Rio Grande- FURG, mmatheuscdias@gmail.com

RESUMO

A pesquisa explora a incorporação de resíduos (pó de pedra e casca de arroz) em compósitos de argamassas, com objetivo de desenvolver placas para revestimento interno para habitações de interesse social. A casca de arroz recebeu tratamento prévio para melhorar a compatibilidade química na matriz cimentícia. Foi analisada a resistência mecânica, com substituição parcial de agregado miúdo pelo pó de pedra nos teores de 50 e 75%, além da adição cominada de 1% e 2% de casca de arroz. Os resultados indicam que a substituição do agregado miúdo pelo pó de pedra com adição de 1% de casca de arroz, apresentaram bom comportamento mecânico com classificação, de acordo com a ABNT NBR 13281-1, igual a R3 e, para a adição de 2% classificação R2. A partir dos resultados, é possível identificar o potencial de aproveitamento destes resíduos, justificando sua funcionalidade frente a grande extração de agregados naturais.

Palavras-chave: Argamassa. Casca de arroz. Pó de pedra. Sustentabilidade. Resíduo.

ABSTRACT

This research explores the addition of residues (stone dust and rice husk) into mortar composites, with the aim of developing internal coating panels for social housing. The rice husk was previously treated to improve chemical compatibility in cementitious matrix. The mechanical resistance was analyzed, with partial replacement of fine aggregate by stone dust at levels of 50 and 75%, in addition to the combined addition of 1% and 2% of rice husk. The results indicate that the replacement of fine aggregate by stone dust with the addition of 1% of rice husk presented good mechanical behavior with a classification, according to ABNT NBR 13281-1, equal to R3 and, for the addition of 2%, classification R2. Based on the results, it is possible to identify the potential for using these residues, justifying their functionality in the face of the large extraction of natural aggregates.

Key-words: Mortar. Rice husk. Stone dust. Sustainability. Residue.

Como citar:
MATTOS, F. C.; TESSARO, A.; BANDEIRA, J. L.; SILVA, L. L.; VIECELI, F.; DIAS, M. C. Estudo de compósitos de argamassa com pó de pedra e casca de arroz. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025

INTRODUÇÃO

A busca pela incorporação de resíduos no âmbito da engenharia civil, avança ao longo dos anos com o aumento na procura por alternativas econômicas e sustentáveis. Os impactos causados ao meio ambiente devido a extração de matéria-prima para a formulação de concretos e argamassa são vários, percorrendo até o término da vida útil dos produtos construídos, envolvendo a reutilização, reciclagem ou descarte destes [1].

A reciclagem desempenha um papel crucial na gestão de resíduos e na preservação do meio ambiente. Ao reduzir a quantidade de resíduos que são descartados em aterros sanitários e incineradores, a reciclagem ajuda a diminuir a poluição do solo, da água e do ar. Além disso, a reciclagem contribui significativamente para a conservação dos recursos naturais. Quando materiais recicláveis, como papel, vidro, metais e plásticos, são reprocessados, a necessidade de extrair e processar matérias-primas virgens é reduzida, economizando energia e recursos naturais valiosos [2]. Ela também tem um impacto positivo na economia, gerando empregos em várias etapas do processo, desde a coleta e separação até o processamento e venda de materiais reciclados.

A indústria da construção civil vem ampliando seu papel de forma mais sustentável e viável em amplos aspectos, a partir do desenvolvimento de tecnologias que permitam a produção de materiais utilizando resíduos provenientes de processos industriais [3][4].

Esses recursos de materiais utilizados comumente em concretos e argamassas (areia, pedra) são limitados e, dia a dia, a dependência deles deve ser minimizada. Portanto, alguns outros materiais devem ser introduzidos substituindo-os. O pó de pedra é uma das alternativas para a substituição da areia que pode atender a esta demanda [5]

Estudos envolvendo o uso da casca de arroz para a produção de argamassas vem sendo estudada por diversos autores como [6][7][8][9] com resultados muito favoráveis, tendo em vista que a produção de arroz, apenas na safra 2022/2023, segundo o Instituto Rio Grandense do Arroz [10] que reportou uma produção de 7.239.000 toneladas de arroz, sendo que a casca de arroz, representa aproximadamente 20% do total produzido [11].

A casca de arroz se constitui principalmente por sílica e lignina, sendo removida durante o beneficiamento do grão de arroz, possuindo propriedades físicas favoráveis, como baixa condutividade térmica e boa resistência mecânica, que a tornam adequada para diversas aplicações na construção [12].

Estudos indicam que a casca de arroz pode ser utilizada na construção civil, principalmente na produção de compósitos à base de cimento, possibilitando a substituição parcial de agregados naturais, como a areia. A incorporação desse resíduo pode trazer benefícios ambientais e técnicos, incluindo a melhoria do isolamento termoacústico dos materiais e a redução da exploração de recursos minerais.

Com relação ao pó de pedra, que é um material originário da britagem de rochas [13] geralmente de formato anguloso e superfície áspera, representa cerca de 15% a 20% do total de rocha britada [14].

Esse resíduo gerado pelo processo de britagem, não é um assunto inovador segundo [15], que expõe que na década de 80 já era utilizado por alguns países, como Estados Unidos e Canadá. O autor complementa que, a utilização do pó de pedra pode trazer vantagens para as pedreiras, sem descarte de efluente e, permitindo a obtenção de uma areia com características físicas e químicas constantes, solucionando problemas ambientais como também, reduzido o custo final de concreto e argamassa.

Uma revisão na literatura, com a utilização do pó de pedra foi realizada por [16] e identificou que os principais benefícios referem-se às melhorias nas propriedades físicas e mecânicas, no entanto, aponta que as principais limitações se referem à morfologia dos grãos (tipicamente angulosos, irregulares, e muitas vezes lamelares) e à elevada quantidade de finos (material pulverulento), que prejudicam demasiadamente a trabalhabilidade, o que levou muitas pesquisas a utilizarem aditivos incorporadores de ar.

Para [6] que analisou o uso do pó de pedra, menciona que estudos anteriores mostraram resultados promissores sobre seu uso, sendo chamado como uma nova mistura mineral verde.

Diante desse contexto, o presente estudo propõe analisar compósitos de argamassas com a substituição parcial da areia natural pelo pó de pedra, com adição da casca de arroz. Esta adição faz parte de estudo futuro que visa a confecção de placas cimentícias para revestimento interno em residências de interesse social.

MATERIAIS E MÉTODO

Os materiais utilizados para os traços foram o cimento Portland (CP IV), areia média, pó de pedra e casca de arroz. Todos esses materiais foram obtidos na cidade de Rio Grande ou Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, pela proximidade e alta demanda no descarte do resíduo. Os materiais para a produção das argamassas foram analisados de acordo com a [17] para a obtenção da massa unitária.

Para otimizar o uso da casca de arroz, foram realizados dois tratamentos prévios, em solução de cal e outro em solução de vinagre de álcool. A partir da pesquisa elaborado por [9], em que analisou dois diferentes tratamentos da casca de arroz, em solução de cal e de vinagre, foi possível adotar a casca de arroz tratada em solução de vinagre para dar continuidade a este trabalho, conforme Figura 1.

Figura 1 – Casca de arroz em imersão em solução com vinagre (a) e seca (b).



Fonte: Os autores (2025).

Os tratamentos prévios da casca revelaram uma menor incidência de mofo, de acordo com [9]. A cal, conhecida por suas propriedades fungicidas, ajudou a reduzir a colonização por fungos, enquanto o vinagre, com seu teor ácido, proporcionou uma proteção adicional contra o crescimento microbiano. Esses tratamentos modificaram a superfície da casca de arroz, tornando–a menos hospitaleira para os fungos e bactérias.

O objetivo desses tratamentos foi modificar a superfície das fibras da casca de arroz, potencializando sua interação com a base cimentícia, conforme procederam autores como [18] [19] [20]. Após o tratamento, foi realizado a análise por difração de raios X (DRX) para as três amostras de casca de arroz (in natura, em solução de cal e em vinagre), para avaliar as possíveis modificações em sua composição mineral em função do tipo de tratamento aplicado.

Os compósitos foram elaborados com traço, em volume, 1:4 e a substituição do agregado miúdo natural (areia) pelo artificial (pó de pedra) foram de 50% e 75%, tradicionalmente utilizada nas construções. Em adição foi utilizado a casca de arroz no percentual de 1 e 2% sobre a massa seca da mistura. Foi necessária a utilização de um aditivo plastificante- PRESS MIX PLUS, para melhorar a trabalhabilidade das argamassas visando a redução de água nas misturas. A Tabela 1, apresenta os seis traços de argamassas produzidas.

Tabela 1 – Compósitos analisados (kg).

Traço	Cimento	Areia	Pó de pedra	Casca de arroz	Água	Aditivo
1:2:2- 0% casca	1,0000	3,5056	3,2360	-	0,9290	-
1:2:2- 1%casca	1,0000	3,5056	3,2360	0,0774	0,7742	0,0300
1:2:2- 2%casca	1,0000	3,5056	3,2360	0,1548	0,7742	0,0300
1:1:3- 0% casca	1,0000	1,6180	5,2584	-	0,9452	-
1:1:3- 1%casca	1,0000	1,6180	5,2584	0,0788	0,7876	0,0300
1:1:3- 2%casca	1,0000	1,6180	5,2584	0,1575	0,7876	0,0300

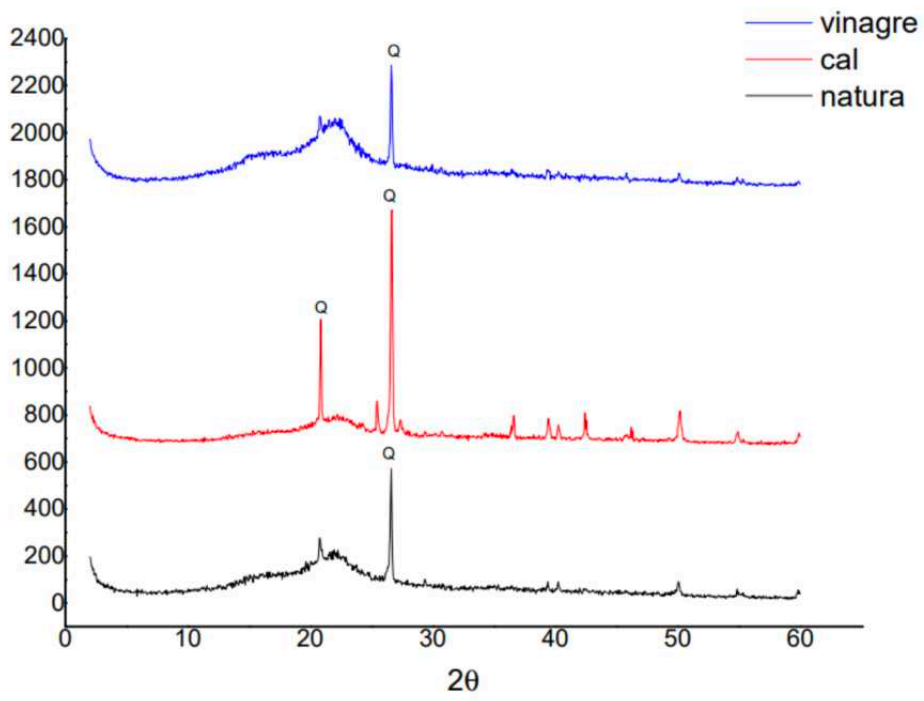
Fonte: Os autores (2025).

Para cada compósito foram moldados 6 corpos de prova medindo 4x4x16 cm, preparados de acordo com a [21] e a seguir, passaram pelo processo de cura por um período de 28 dias à temperatura de $\pm$ 22°C e umidade relativa de $\pm$ 80%. Após este período estes conduzidos aos ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão, conforme [22].

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os resultados da análise por difração de raios X (DRX) para as três amostras de casca de arroz (*in natura*, tratada com cal e tratada com vinagre), apresentados na Figura 2, revelaram padrões mineralógicos muito semelhantes, indicando que os tratamentos não alteraram de forma significativa os principais componentes minerais presentes no material.

Figura 2 – Difração de raio X casca de arroz.



Fonte: Os autores (2025).

O ensaio de massa unitária para os materiais utilizados na elaboração dos compósitos, permitindo a transformação do traço em volume em massa, apresentou os resultados expostos na Tabela 2.

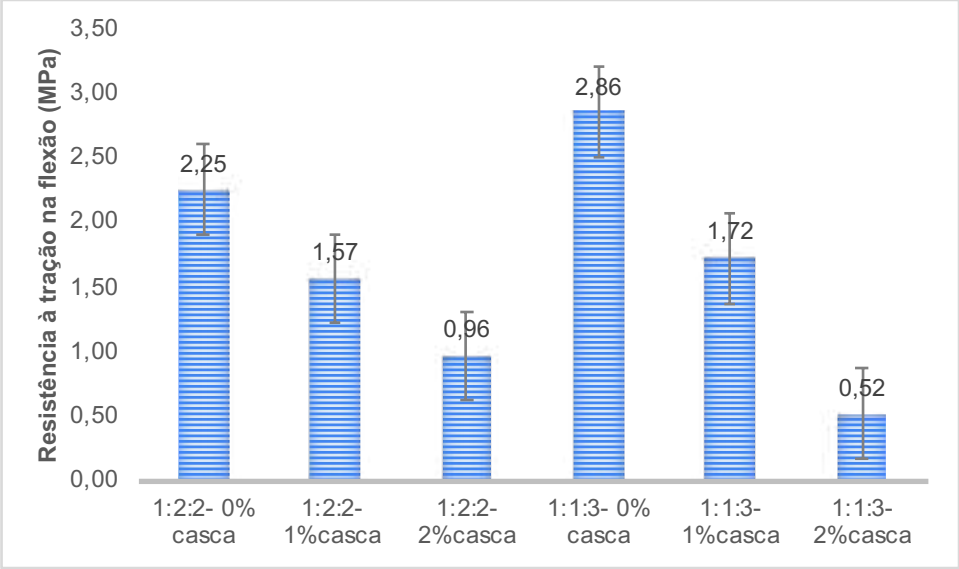
Tabela 2 – Ensaio de massa unitária.

Massa unitária (g/cm^3)	
Areia média	1,56
Cimento CP IV	0,89
Pó de pedra	1,44
Casca de arroz	0,117

Fonte: Os autores (2025).

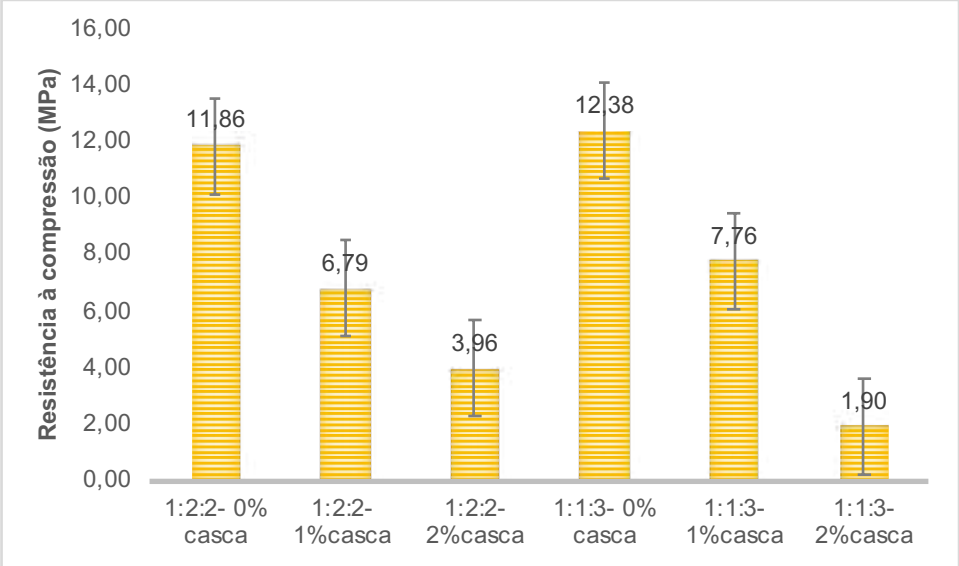
Os ensaios mecânicos de tração na flexão e compressão foram realizados para avaliar as propriedades quanto a resistência mecânica dos compósitos, visando analisar a influência da substituição da areia pelo pó de pedra, bem como, pela adição da casca de arroz tratada com vinagre. Os resultados expostos nas Figuras 3 e 4, revelam o comportamento na resistência à tração na flexão e à compressão.

Figura 3 – Resistência à Tração na flexão (MPa).



Fonte: Os autores (2025).

Figura 4 – Resistência à Compressão (MPa).



Fonte: Os autores (2025).

Os resultados dos compósitos sem a presença da casca de arroz, quanto às suas resistências mecânicas, estão em sintonia com alguns pesquisadores como [23] [5] [24]. O aumento na resistência à tração na flexão do traço 1:2:2 para 1:1:3 foi de 27,11% enquanto que para a resistência à compressão foi de 4,38%, sendo justificado pelo fato de que os finos do pó de pedra preencherem melhor os vazios da argamassa, aumentando em consequência disto, as resistências mecânicas destes compósitos.

Com relação a influência da adição da casca de arroz, percebe-se que nestes compósitos houve um declínio na resistência mecânica, diretamente proporcional ao aumento no teor de

casca. No traço 1:2:2 a redução na resistência à tração na flexão foi de 38,8% e à compressão 41,68% quando a adição passou de 1 para 2 %.

Mesma análise foi realizada para o traço 1:1:3, em que a diminuição da resistência foi de 69,76% e 75,51%, respectivamente, tração na flexão e compressão.

No entanto, o objetivo de sua inclusão será a verificação, na continuidade desta pesquisa, no desempenho térmico na produção de placas para revestimento interno. A sua utilização em placas de gesso para forro foi estudada por [9], revelando potencial melhorias térmicas nos compósitos contendo casca de arroz, apresentando uma menor amplitude de variação térmica em relação às composições sem casca de arroz.

A adoção do pó de pedra revela uma ação muito promissora, tanto com relação as questões técnicas quanto ao custo final das argamassas, visto que em média, o valor deste resíduo é inferior ao da areia natural. Cumpre destacar, que os traços analisados sem a casca de arroz e com 1% de adição, são classificados como R3 e com 2% de adição são classificados como R2, de acordo com [25].

A análise estatística, através da ANOVA com significância de 5%, corrobora que a principal influência foi devido a casca de arroz e não a substituição da areia pelo pó de pedra, conforme Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Análise da variância ANOVA quanto a resistência à tração na flexão.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Traço (25 e 50%)	0,2166	1	0,2166	0,27860014	0,60406673	4,41387342
Teor de casca	337,873808	2	168,936904	217,293837	2,4896E-13	3,55455715
Interações	10,688725	2	5,3443625	6,87414652	0,00605298	3,55455715
Dentro	13,99425	18	0,77745833			
Total	362,773383	23				

Fonte: Os autores (2025).

Tabela 4 – Análise da variância ANOVA quanto a resistência à compressão.

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	valor P	F crítico
Traço (25 e 50%)	0,06873413	1	0,06873413	1,33333728	0,26331247	4,41387342
Teor de casca	13,1931111	2	6,59655556	127,963114	2,2843E-11	3,55455715
Interações	1,10088547	2	0,55044273	10,6777493	0,0008758	3,55455715
Dentro	0,92790802	18	0,05155045			
Total	15,2906387	23				

Fonte: Os autores (2025).

Nas duas análises, verifica-se que tanto a substituição de 50 como 75% de areia pelo pó de pedra não apresentou repercussão nos resultados de resistência mecânica analisados, com significância acima de 5%. No entanto, quando se observa a presença da casca de arroz nos compósitos tem-se que a influência foi muito importante, bem como a interação entre os traços e a adição de casca nas respectivas resistências mecânicas.

CONCLUSÃO

Conforme o estudo realizado, os resultados de resistência mecânica se mostraram muito favoráveis à adoção da substituição de areia natural pelo pó de pedra, nas duas composições analisadas, 50 e 75%, indicando ser uma boa alternativa para a produção de argamassas, pois os resultados obtidos comprovam o desempenho apresentado por estes compósitos. Inclusive, sendo classificados como R3 de acordo com a norma pertinente.

A adição da casca de arroz, embora tenha apresentado resultados de resistência mecânica inferiores aos demais, ainda assim, pode ser classificada como R3 para adição de 1% e, R2 para 2%. No entanto, a continuidade da pesquisa irá analisar as consequências no desempenho térmico, quando os compósitos forem moldados em placas para revestimento interno, em uso nas residências de interesse social.

Assim, a utilização destes dois resíduos em compósitos de argamassas pode contribuir para a diminuição dos impactos ambientais, além de propiciar vantagem econômica quando utilizado em maior escala.

AGRADECIMENTOS

Ao GEMTEC- Grupo de Pesquisa em Materiais e Tecnologia da Construção da Universidade Federal do Rio Grande- FURG e ao Laboratório de Raios X da Universidade Federal do Pampa -UNIPAMPA- Bagé.

REFERÊNCIAS

[1] CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção**. Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2012.

[2] BONAPARTE, M. E. A. **Indústria Automóvel e o Caminho para a Sustentabilidade**. Setúbal: Instituto politécnico de Setúbal, escola superior de ciências empresariais. 2019.

[3] FIGUEIREDO, F. B.; DO COUTO, C. X.; BOTERO, E. R.; FIGUEIREDO, N. L. B.; MAIA, L. M. S. (2022). **Produção de piso intertravado de concreto (pavers) com substituição parcial do agregado miúdo pelo grits, resíduo da indústria de papel e celulose** / Production of concrete blocks floor with partial replacement of the finne aggregate by grits, a waste from the paper and pulp industry. Brazilian Journal of Development, 8(4), 31339–31351. https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-56.

[4] ALVARENGA, B. M.; FALCÃO, J. R.; TESSARO, A. B.; MATTOS, F. C. ANÁLISE EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS UTILIZANDO RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CELULOSE (DREGS E GRITS). **7° Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil**. 1ed., 2021, v. 1, p. 134-141

[5] MAHZUZ, H. M. A.; AHMED, A. A. M.; YUSUF, M. A. Use of stone powder in concrete and mortar as an alternative of sand. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 5, p. 381-388, may 2011.

[6] SOUZA, J. et al. Avaliação de argamassas com cinza e casca de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 51., 2007. [**Anais**...]. Salvador, 2007.

[7] RIPOLI, F.; BAESSO, M. H.; RIZZATTI, E.; SOARES, J. M. Caracterização e Aplicação De Casca e Cinza Da Casca De Arroz Para Emprego Em Argamassa De Cimento Portland. **Revista** Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 3, p. 174-193, jun. 2021.

[8] LILGE, D.; HASELEIN, C.; SANTINI, E. Avaliação do desempenho de painéis cimento-madeira fabricados com duas espécies florestais em combinação com casca de arroz. **Ciência Florestal**, v.31, p.20-42, jan.-mar. 2021.

[9] DIAS, M. C. **Avaliação de resíduos de gesso e casca de arroz para a produção de placas para forro**. 2025. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande, FURG, Rio Grande, 2025.

[10] Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). **Colheita de arroz encerra no RS com 7,16 milhões de toneladas do grão**. Disponível em: https://irga.rs.gov.br/colheita–de–arroz–encerra–no–rs–com–7–16–47milhoesdetoneladasdograo/. Acesso em:04 janeiro 2025.

[11] MURARO, P., CAMELO, C. O. & DENIS, F. A. Aproveitamento e valorização da casca de arroz: Uma revisão bibliométrica. Porto Alegre: **VI Simpósio da Ciência do Agronegócio**. 2018.

[12] POUEY, M. T. F. **Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vista à produção de cimento composto e/ ou pozolânico**. 2006. 345 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

[13] BAUER, L. A. F. **Materiais de construção civil**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995.

[14] DUARTE, J. B. **Estudo da substituição de agregados miúdos naturais por pó de pedra em concreto de cimento Portland**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/12819. Acesso em: 18 dez. 2024.

[15] MENOSSI, R. T. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2004.

[16] MACEDO, J. W. N. de; PIPOLO, L. F. G.; RAMOS FILHO, R. E. B.; SOUZA, J. M. de; SILVA, V. M. da; ACCHAR, W. **Argamassas produzidas com resíduos de scheelita e pó de pedra: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Principia, v. 60, n. 1, p. 166–188, 2023. DOI: 10.18265/1517-0306a2021id6092. Disponível em: https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/6092. Acesso em: 04 dez. 2024.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM **45**. Agregados: Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

[18] STEFFEN, M. **Obtenção e caracterização de compósitos de polipropileno reciclado com fibras de casca de arroz e de coroa de abacaxi**. Feliz: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Feliz. 2022.

[19] PENHA, R. S.; SANTOS, C. C.; CARDOSO, J. J. F.; SILVA, H. A. S.; SANTANA, S. A. A.; BEZERRA, C. W. B. Casca de Arroz Quimicamente Tratada como Adsorvente de Baixo Custo para a Remoção de Íons Metálicos. **Revista Virtual de Química**. v.8, p. 588–604, janeiro de 2016.

[20] FÁVARO, S. L.; PIAI, J. F.; LOPES, M. S.; MUNIZ, E. C.; RADOVANOVIC, E. P**reparação e caracterização de compósito polietileno pós–consumo com cascas de arroz**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2017.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR **16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

[22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR **13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

[23] RIBEIRO, K.; BRANCO, M.; VALIN Jr, M. O.; ALMEIDA, E. **ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA PELO PÓ DE PEDRA COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSA** / THE STUDY OF REPLACING SAND FOR DUST STONE AS AGGREGATE FINE IN MORTAR. 4º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental. Cuiabá, 2016.

[24] TOKARSKI, R. B.; MATOSKI, A.; CECHIN, L.; WEBER, A. M. **Comportamento das argamassas de revestimento no estado fresco, compostas com areia de britagem de rocha calcária e areia natural**. Matéria, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, e12196, 201.

[25] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR **13281-1**: Argamassas inorgânicas — Requisitos e métodos de ensaios Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.