

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO GRAÚDO PELO ENDOCARPO DO CAROÇO DA MACAÚBA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO LEVE

PARTIAL REPLACEMENT OF COARSE AGGREGATE WITH ENDOCARP FROM MACAÚBA SEEDS IN THE PRODUCTION OF LIGHTWEIGHT CONCRETE

Lázaro LOURENÇO NETO¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2435-2855>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail: lazarol.neto@hotmail.com

Andreyna Pereira MARQUES²

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3810-445-X>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail: andreyna.2018@hotmail.com

Karla Cristina Bentes MOREIRA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8551-9746>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail: karla.moreia@iescfag.edu.br

RESUMO

A construção civil cresce constantemente e é notório o grande consumo de materiais na produção de concreto. Considerando a grande demanda pela utilização dos agregados graúdos naturais extraídos de jazidas e britados em tamanhos específicos para uso, o presente trabalho apresenta por meio de uma revisão de literatura e pesquisa em laboratório a viabilidade de uma alternativa a esses agregados minerais. Outro fator importante é que uma grande parcela do valor do agregado é relacionada ao seu transporte desde a jazida. O experimento consiste na avaliação da substituição parcial da brita pelo endocarpo do caroço da macaúba, nas dosagens de substituição: 10%, 30% e 50%. Os resultados foram obtidos através da inspeção dos corpos de prova após a cura e do ensaio de compressão axial. Constatou-se que houve perda de resistência do concreto, tornando assim o concreto com substituição parcial impróprio para uso estrutural.

PALAVRAS-CHAVE:

Agregado Graúdo; Substituição do agregado; Construção Civil; Matéria prima vegetal

ABSTRACT

Civil construction is growing constantly and the large consumption of materials in concrete production is notorious. Considering the great demand for the use of natural coarse aggregates extracted from deposits and crushed into specific sizes for use, this work presents, through a literature review and laboratory research, the feasibility of an alternative to these mineral aggregates. Another important factor is that a large portion of the value of the aggregate is related to its transportation from the deposit. The experiment consists of evaluating the partial replacement of crushed stone with the endocarp of the macaúba seed, in the replacement dosages: 10%, 30% and 50%. The results were obtained through inspection of the specimens after curing and the axial compression test, where it can be seen that there is a loss of concrete strength, thus making concrete with partial replacement unsuitable for structural use.

KEYWORDS:

Large Aggregate; Replacement of the aggregate; Construction; Vegetable raw material.

¹ Engenheiro Civil, Pós-Graduando em Engenharia de Avaliações e Perícias; Construção Civil: Residenciais, Industriais e Especiais; Arquitetura e Design de Interiores: Facuminas.

² Engenheira Civil, Faculdade Guarai -IESC/FAG.

³ Mestranda em Engenharia Civil pelo programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PPGECiv) UFSCar; Docente da IESC/FAG, Brasil

INTRODUÇÃO

Danos irreversíveis foram causados à natureza desde a Primeira Revolução Industrial, devido a retirada de grandes volumes de materiais para a construção civil. Na época, um grande impulsionador dessa exploração exagerada foi o crescimento populacional (Marques; Baptista, 2010). A construção civil foi vista por alguns como uma usuária inesgotável e exploradora massiva do meio ambiente (Cordeiro *et al.*, 2017).

O uso do concreto em larga escala deu-se pela facilidade na sua fabricação e aplicação. Além do preço atrativo quando comparado com possíveis materiais concorrentes (Garcia; Garcia; Mendes, 2014).

A utilização de materiais reciclados como agregado começou recentemente como parâmetro ecológico e econômico. Alternativas sustentáveis são empregadas na construção civil, visando a redução de consumo de recursos naturais não renováveis. Todavia, a reciclagem está voltada principalmente para resíduos de demolição (Mesquita *et. al*, 2015). Portanto, a proposta deste trabalho é propor e avaliar a substituição parcial do agregado graúdo pelo endocarpo do caroço da macaúba.

A macaúba é o fruto da *Acrocomia aculeata*, palmeira, perene, frutífera, nativa da floresta tropical e com ampla distribuição no território brasileiro, espalhados de forma abundante no cerrado, além de ter incidência em países vizinhos, como Bolívia, Paraguai e Colômbia (Rolim, 1981; Scariot *et. al.*, 1995; Bhering, 2009). Os frutos são globosos, epicarpo lenhoso verde-amarelo, com 3,5 a 5,0 cm, com mesocarpo amarelado, fibroso-mucilaginoso e comestível (Lorenzi, 2006).

Os frutos são formados por cerca de 20% de casca, 40% de polpa, 33% de endocarpo e 7% de amêndoa. Os teores de óleo são ligeiramente maiores na polpa (60%), em relação à amêndoa (55%) (Bhering, 2009). O endocarpo por ter um elevado poder calorífico é muito utilizado como combustível, ou ainda na construção civil na forma de cinza incorporada ao concreto, reduzindo assim o uso do cimento (Barreto, 2008; Machado *et. al*, 2010).

Logo, a busca e aplicação de materiais alternativos para substituírem a brita e o seixo, podem reduzir os danos à natureza. O uso do endocarpo do caroço da macaúba merece atenção e estudos, tendo em vista sua elevada resistência, o que teoricamente o tornaria um substituto adequado ao agregado graúdo.

METODOLOGIA

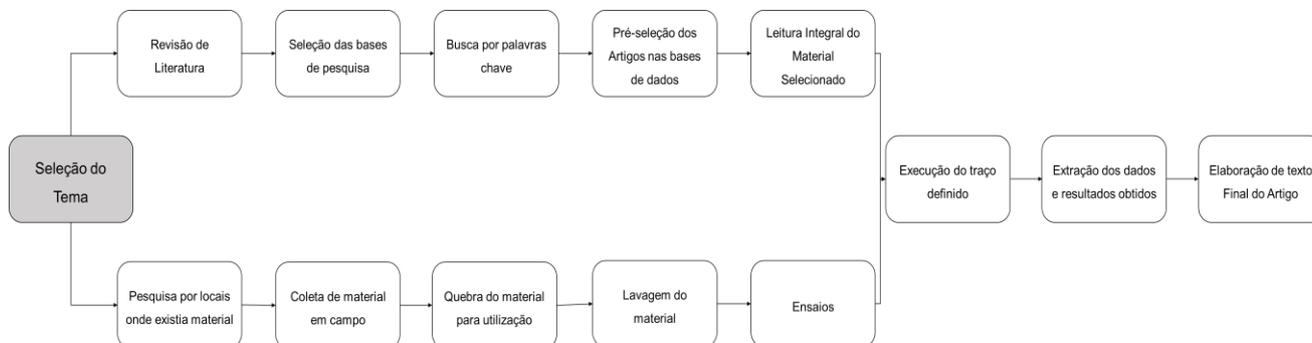
A pesquisa teve resultados de caráter qualitativos e quantitativos fundamentados pelo referencial teórico. A pesquisa bibliográfica foi realizada de forma contínua desde o início até o fim do trabalho, sendo a fundamentação teórica para a substituição parcial do agregado graúdo no concreto. A análise referencial foi feita de forma descritiva, buscando delinear os procedimentos previstos pelas Normas Técnicas Brasileiras (NBR). A pesquisa descritiva incluiu um estudo observacional, onde se compara dois grupos similares. O processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. A grande contribuição da pesquisa descritiva é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida (Nunes *et al.* 2016).

A pesquisa foi realizada entre agosto e dezembro de 2023. As bases pesquisadas foram *Google Scholar* e *Scielo*. As palavras-chave utilizadas para pesquisa foram: “Agregado Graúdo”, “Substituição do agregado” e “Construção Civil”. As publicações levadas em consideração para seleção de material deste artigo, foram materiais publicados nos últimos 20 anos, tendo em vista a escassez de materiais voltados ao tema. Além da pesquisa bibliográfica foram feitos ensaios em laboratório para traçar os parâmetros de qualidade do experimento.

A pré-seleção dos textos de referência foi realizada por meio de análise de título e

palavras-chave, seguido da seleção por meio do resumo e introdução. A partir da seleção, foram identificados os textos de relevância para a pesquisa e realizada sua leitura de forma integral. Na figura 1 estão descritos os procedimentos metodológicos realizados na presente pesquisa.

Figura 1- Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autores (2024).

A seleção do tema foi diante do cenário atual, tendo em vista grande quantidade de material consumido diariamente na construção civil. O objetivo principal do experimento foi verificar a viabilidade da substituição do agregado graúdo (brita) parcialmente pelo endocarpo do caroço da macaúba.

Na etapa de pré-seleção, 28 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses foram selecionados. A seleção aconteceu a partir da leitura do resumo e introdução, sendo constatado sua relevância para o tema proposto, só assim o documento era lido de forma integral. Nesta etapa foram selecionados 18 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses para leitura integral e seguiu-se para a etapa final de extração de dados. As duas abordagens (Experimentação e Revisão de Literatura) aconteceram de forma simultânea para a melhor construção do texto.

1. Revisão de Literatura

1.1. A substituição

A retirada de agregados graúdos das jazidas ocorre a partir de extração mecânica, sendo uma preocupação ambiental (Silva *et. al.*, 2013). A utilização de matéria prima não renovável é um fator que provoca grandes impactos ambientais desde o processo de extração e sua utilização na construção civil propriamente dita (Neri, 2015). Portanto, a busca pela substituição do agregado tradicional é algo que vem levantando um grande número de estudos.

De acordo com Silva e Melo (2020), as principais propriedades desejadas do concreto fresco e endurecido são norteadas pelas características dos agregados graúdos e miúdos. A perfeita moldagem e envolvimento da armadura são resultados da trabalhabilidade do concreto, onde a mesma pode ser medida pelo ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) (Frotté *et al.* 2017; ABNT, 2021).

1.2. Endocarpo do caroço da macaúba

A macaúba é a fruta de uma palmeira que atinge entre 10 e 15 m de altura, tendo ampla utilidade e grande interesse socioeconômico, podendo ser usado na produção de óleos, alimentação animal e humana, cosméticos, entre outros. O fruto pode ser disperso por animais silvestres (como o gambá e o macaco-prego) e por animais domésticos, principalmente pelo gado (Mota *et. al.*, 2011).

O material de estudo foi coletado nas proximidades de um curral, onde o mesmo já havia passado pelo processo digestivo bovino, o mesmo foi recolhido conforme a NBR NM

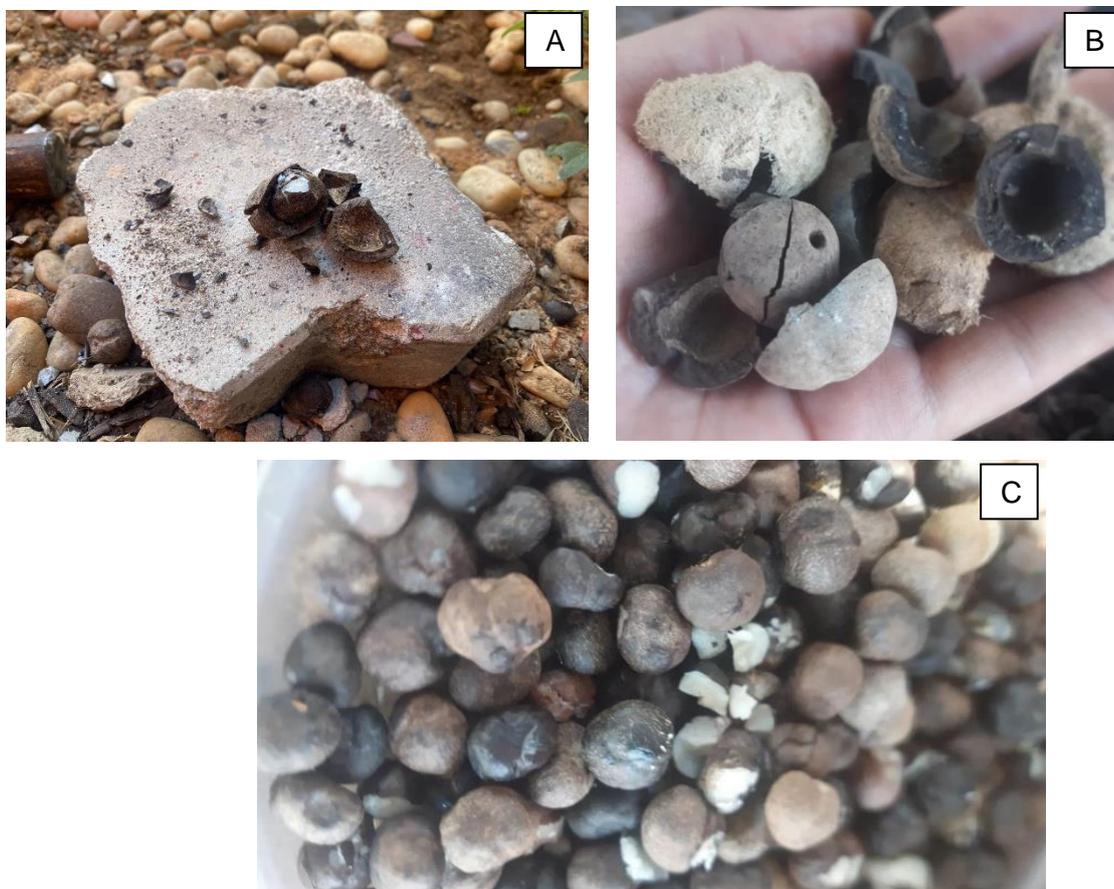
26 ABNT: 2001, na Fazenda Paraíso situada no município de Goianorte-Tocantins (-8.720740, -48.951293), onde foram coletados de forma manual e colocados em baldes para depois serem ensacados e transportados para Colméia/TO, onde foram quebrados para que após esse procedimento fossem levados para Guaraí/TO onde os demais procedimentos e ensaios foram realizados.

Figura 2- Material em seu ambiente



Fonte: Autores (2024)

Figura 3- Quebra do material.



Fonte: Autores (2024).

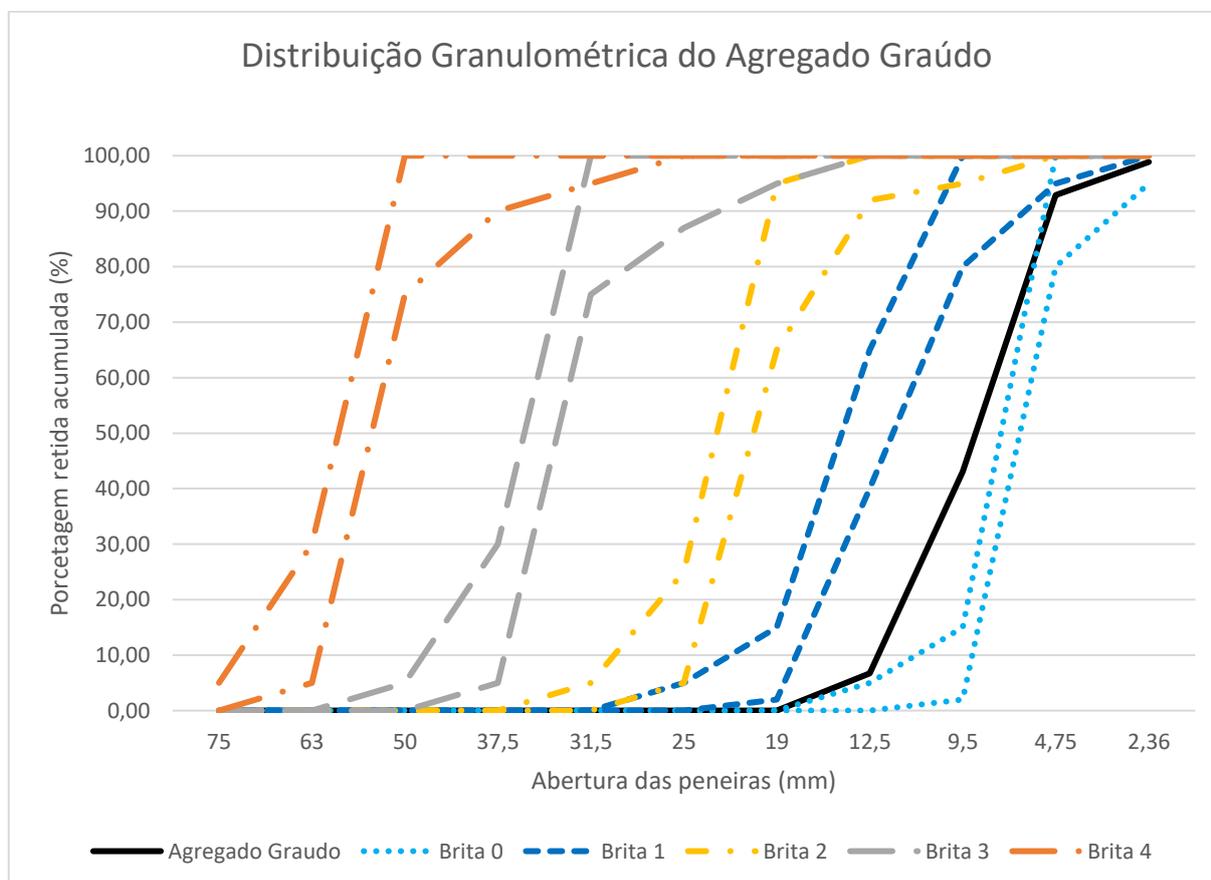
A quebra do material teve como objetivo separar o endocarpo do coco da macaúba. Em laboratório, o endocarpo foi lavado em água corrente para que pudesse ser retirada terra, adubo e a matéria orgânica provindo do local onde o material foi encontrado. Em seguida o material foi seco naturalmente por um período de uma semana e ensacado.

Os ensaios laboratoriais usados para definir a granulometria seguiram a NBR NM 248 (ABNT, 2003). Para definir a massa específica da areia utilizou-se a NBR 9776 (ABNT, 1987) e para o cimento Portland, a NBR 16605 (ABNT, 2017).

2. Experimento Laboratorial

A caracterização granulométrica do agregado foi feita através do ensaio de determinação granulométrica regido pela NBR NM 248- Agregados - Determinação da composição granulométrica. Através desse ensaio pode-se obter o gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição granulométrica agregado graúdo.



Fonte: Autores (2024)

A caracterização dos agregados para produção dos traços foi feita em laboratório. Através do método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002) foi definido o traço de concreto adotado 1:2,17:2, 95:0,62, que foi utilizado no experimento, correspondendo assim ao abatimento de tronco de cone.

Os corpos de prova foram moldados conforme a NBR 5738 (ABNT, 2003) e submetidos à cura por submersão em tanque de água. Os corpos de prova saturados apresentaram diferença notável na massa dos corpos de prova sem substituição quando comparados aos parcialmente substituídos. O quadro 1 demonstra a relação entre o percentual substituição e a massa dos corpos de prova.

Quadro 1 – Massa dos corpos de prova.

IDADE	PERCENTUAL DE SUBSTITUIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	MASSA SECA (kg)	MASSA (Kg)	MÉDIA SECA (Kg)
7 DIAS	0%	C1	3.732,90	3.767,10	3736,275
		C2	3.742	3.776,30	
		C3	3.709,30	3.737,90	
		C4	3.760,90	3.791,70	
	10%	C1	3.609,90	3.643,80	3600,3
		C2	3.586,80	3.618,20	
		C3	3.622,40	3.656,40	
		C4	3.582,10	3.620,10	
	30%	C1	3.395,40	3.453,60	3373,325
		C2	3.373,10	3.428,50	
		C3	3.346,30	3.401,60	
		C4	3.378,50	3.438,30	
	50%	C1	3.288,90	3.343,10	3269,35
		C2	3.237,20	3.293,10	
		C3	3.285,50	3.349,00	
		C4	3.265,80	3.328,00	
14 DIAS	0%	C1	3.753,10	3.790,90	3726,45
		C2	3.737,90	3.774,10	
		C3	3.694,60	3.732,30	
		C4	3.720,20	3.759,70	
	10%	C1	3.525,50	3.281,40	3531,75
		C2	3.547,30	3.339,40	
		C3	3.543,10	3.314,60	
		C4	3.511,10	3.355,50	
	30%	C1	3.352,60	3.403,20	3360,7
		C2	3.385,60	3.450,80	
		C3	3.359,00	3.419,50	
		C4	3.345,60	3.398,80	
	50%	C1	3.223,80	3.551,10	3260,85
		C2	3.278,20	3.589,30	
		C3	3.254,50	3.580,20	
		C4	3.286,90	3.551,60	
21 DIAS	0%	C1	3.751,00	3.786,50	3.747,08
		C2	3.760,10	3.800,10	
		C3	3.745,20	3.787,50	
		C4	3.732,00	3.769,70	
	10%	C1	3.593,90	3.637,20	3584,8
		C2	3.551,10	3.594,30	
		C3	3.567,90	3.614,70	
		C4	3.626,30	3.664,40	
	30%	C1	3.310,10	3.375,40	3375,65
		C2	3.327,30	3.398,90	
		C3	3.472,40	3.531,20	
		C4	3.392,80	3.460,80	

50%	C1	3.206,40	3.276,20	3228,025
	C2	3.198,40	3.278,20	
	C3	3.253,70	3.326,00	
	C4	3.253,60	3.325,90	

Fonte: Autores (2024)

Ao comparar-se os corpos de prova saturados sem substituição com os saturados com percentual de substituição é possível notar uma massa menor, indicando um menor percentual de absorção de água. O quadro 2 revela a variação de massa dos corpos de prova saturados comparados à massa do corpo de prova seco.

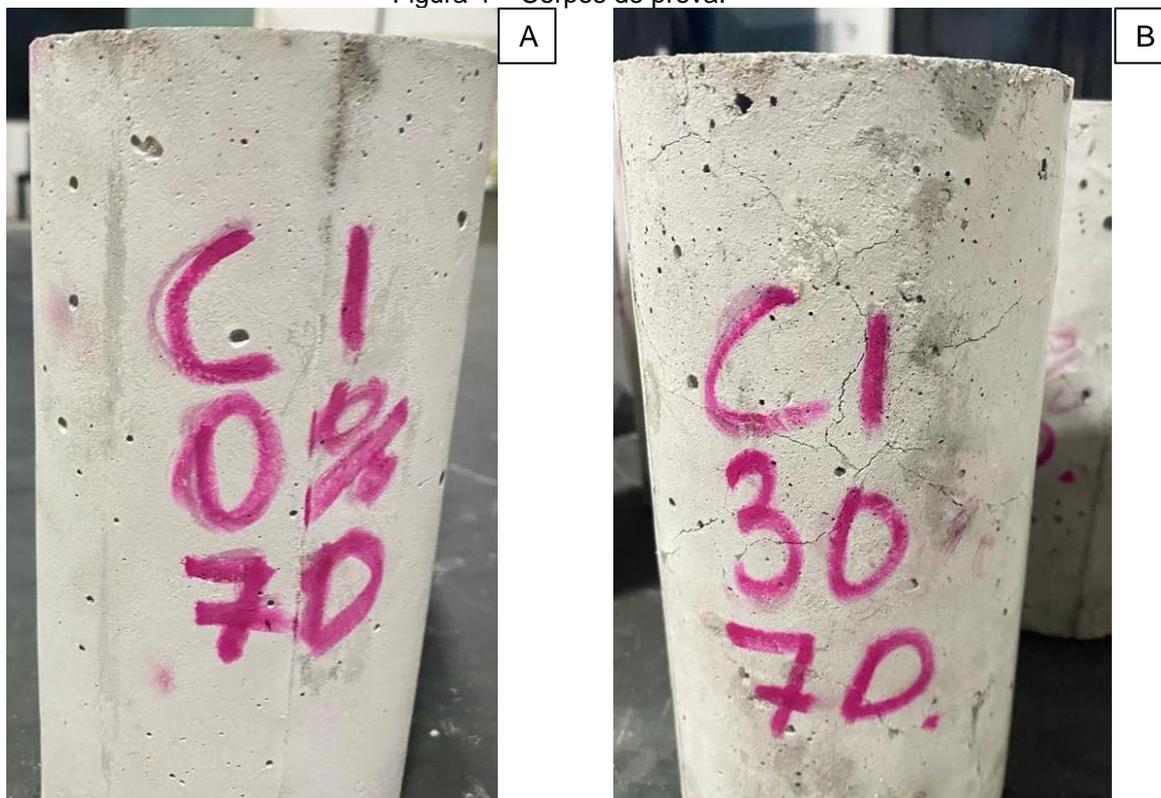
Quadro 2 – Diferença de peso dos Corpos de prova.

PERCENTUAL DE SUBSTITUIÇÃO	MÉDIAS DOS SECOS	DIFERENÇA DE MASSA EM RELAÇÃO À REFERÊNCIA
0%	3736,6	0
10%	3572,28	164,32
30%	3369,89	366,71
50%	3252,74	483,86

Fonte: Autores (2024)

Na inspeção visual dos corpos de prova, notou-se que os corpos de prova com endocarpo do caroço da macaúba apresentavam fissuras nem suas faces. Logo, acredita-se que ao absorver água no processo de cura, houve uma reação expansiva do endocarpo no interior do corpo de prova, fissurando-o. A reação expansiva no interior dos corpos de prova, indicada pelas fissuras, pode comprometer a durabilidade e resistência do concreto (HOBBS, 1988).

Figura 4 – Corpos de prova.



Fonte: Autores (2024)

A figura 4 A mostra o corpo de prova com idade de 7 dias e com 0% de substituição de brita, enquanto a figura 4B é o corpo de prova com a mesma idade e com 30% de substituição da brita pelo endocarpo do caroço da macaúba. É possível notar as fissuras presentes no corpo de prova da segunda figura, isso deve-se a reação expansiva gerada pela absorção de água pelo endocarpo de macaúba, após a moldagem dos corpos de prova.

Após o prazo de endurecimento do concreto em três grupos de idade: 7 dias, 14 dias e 21 dias, fez-se o ensaio de resistência à compressão axial. A resistência à compressão é a propriedade mecânica do estado endurecido do concreto mais importante, porque está diretamente ligada à confiabilidade e segurança das estruturas. Esta proporciona o controle de qualidade, a resistência no processo de dosagens, bem como a segurança e estabilidade estrutural que virá a oferecer (Neville; Brooks, 2010). Por meio desse ensaio pode-se estabelecer os quadros com base na idade dos corpos de prova, percentual de substituição e resistência obtida.

O quadro 3 mostra a resistência dos corpos de prova na idade de 7 dias.

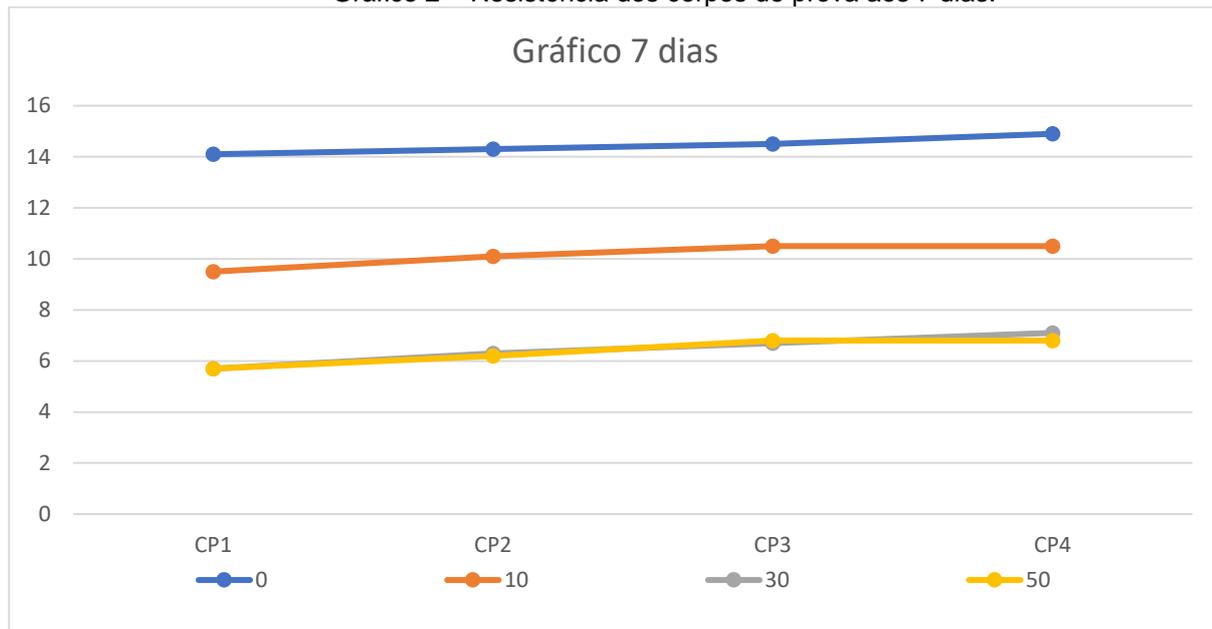
Quadro 3 – Resistência aos 7 dias.

Corpo de Prova	Percentual de Substituição (%)	Resistência (MPa)	Resistencia Média (MPa)
1	0	14,1	14,45
2		14,3	
3		14,5	
4		14,9	
1	10	9,5	10,15
2		10,1	
3		10,5	
4		10,5	
1	30	5,7	6,45
2		6,3	
3		6,7	
4		7,1	
1	50	5,7	6,38
2		6,2	
3		6,8	
4		6,8	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Aos 7 dias, a resistência base (0% de substituição) foi e média de 14,45 MPa, comparando as demais substituições temos que com 10% de substituição do agregado alcançou-se a média de 10,15 MPa (70,24% da resistência original), com 30% de substituição alcançou-se 6,45 MPa (cerca de 44,64% da resistência original) e a substituição de 50% atingiu a média de 6,38 MPa (cerca de 44,15% da resistência Original). A comparação dos dados obtidos do quadro 3 pode ser observada no gráfico 2.

Gráfico 2 – Resistência dos corpos de prova aos 7 dias.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

O quadro 4 mostra a resistência média dos corpos de prova na idade de 14 dias.

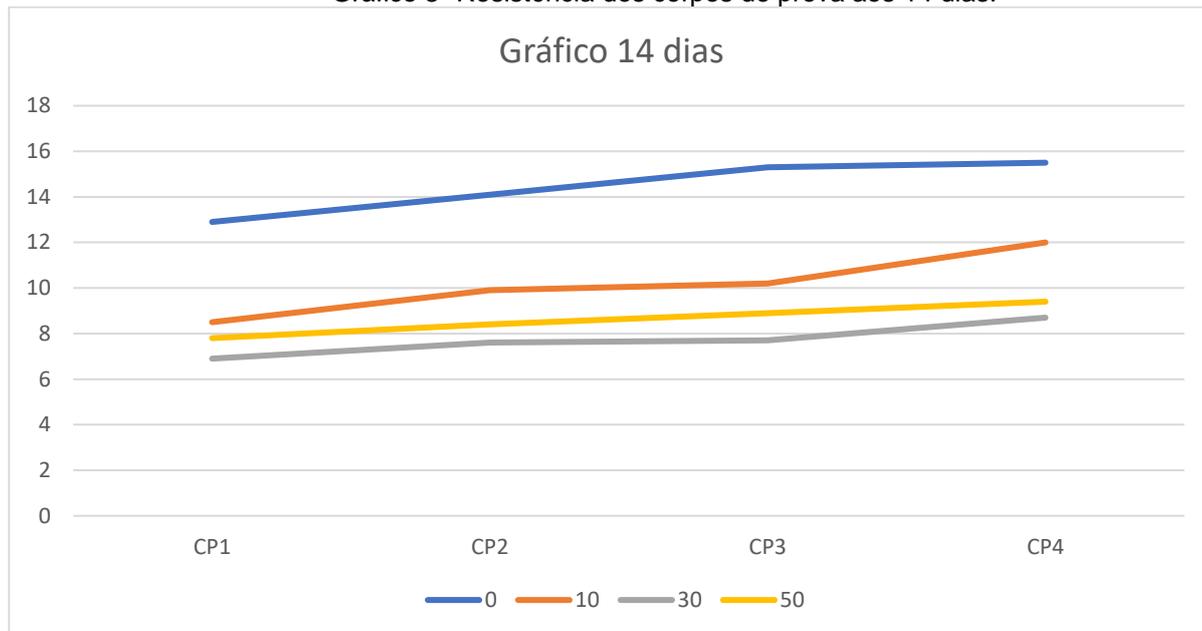
Quadro 4 – Quadro referente aos rompimentos de 14 dias.

Corpo de Prova	Percentual de Substituição (%)	Resistência (MPa)	Resistencia Média (MPa)
1	0	12,9	14,45
2		14,1	
3		15,3	
4		15,5	
1	10	8,5	10,15
2		9,9	
3		10,2	
4		12	
1	30	6,9	7,73
2		7,6	
3		7,7	
4		8,7	
1	50	7,8	8,63
2		8,4	
3		8,9	
4		9,4	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Aos 14 dias, a resistência base (0% de substituição) foi e média de 14,45 MPa, comparando as demais substituições temos que com 10% de substituição do agregado alcançou-se a média de 10,15 MPa (70,24% da resistência original), com 30% de substituição alcançou-se 7,73 MPa (cerca de 53,49% da resistência original) e a substituição de 50% atingiu a média de 8,63 MPa (cerca de 59,72% da resistência Original). O quadro 5 mostra a resistência média dos corpos de prova na idade de 14 dias. A comparação dos dados obtidos do quadro 4 pode ser observada no gráfico 3.

Gráfico 3- Resistência dos corpos de prova aos 14 dias.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

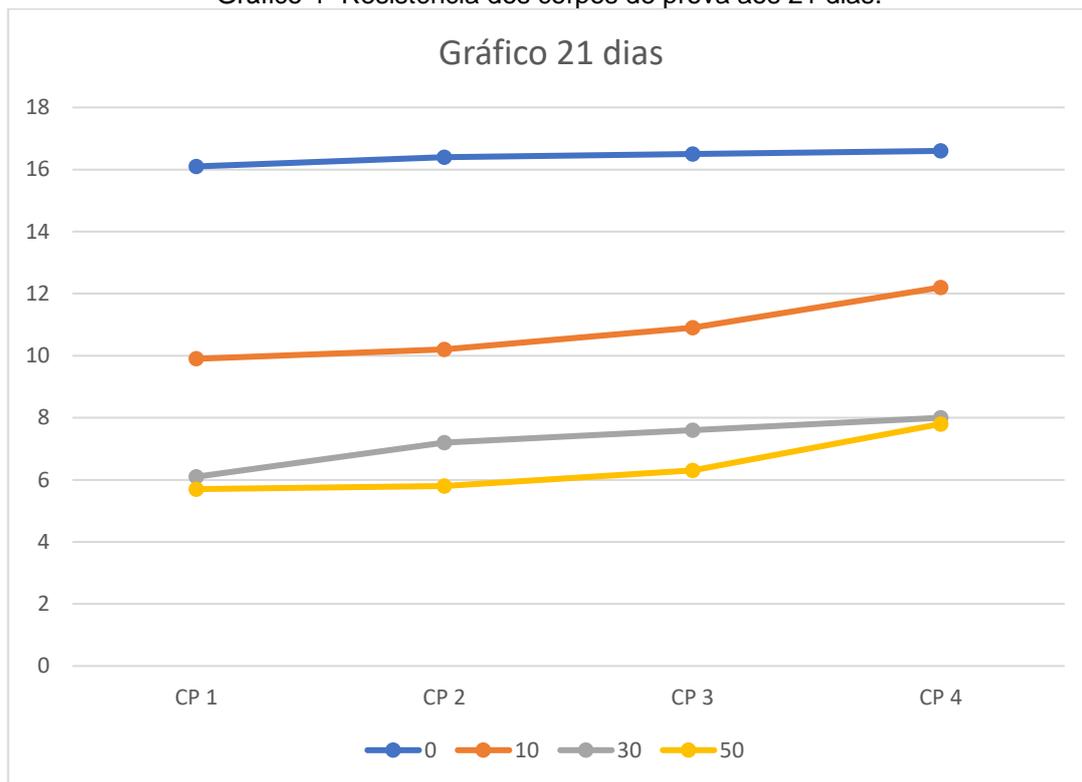
Quadro 5 – Quadro referente aos rompimentos de 21 dias.

Corpo de Prova	Percentual de Substituição (%)	Resistência (MPa)	Resistencia Média (MPa)
1	0	16,5	16,4
2		16,1	
3		16,6	
4		16,4	
1	10	10,2	10,8
2		10,9	
3		9,9	
4		12,2	
1	30	8	7,2
2		7,6	
3		7,2	
4		6,1	
1	50	7,8	6,4
2		5,8	
3		6,3	
4		5,7	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Aos 21 dias, a resistência base (0% de substituição) foi e média de 16,4 MPa, comparando as demais substituições temos que com 10% de substituição do agregado alcançou-se a média de 10,8 MPa (65,8 % da resistência original), com 30% de substituição alcançou-se 7,2 MPa (cerca de 43,9% da resistência original) e a substituição de 50% atingiu a média de 6,4 MPa (cerca de 39,02% da resistência original). A comparação dos dados obtidos do quadro 5 pode ser observada no gráfico 4.

Gráfico 4- Resistência dos corpos de prova aos 21 dias.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Através do gráfico 5 é possível comparar a resistência média dos corpos de prova referentes ao seu teor de substituição e a quantidade de dias em que ocorreu o rompimento dos corpos de prova. Na vertical tem-se a resistência em Mpa, enquanto na horizontal tem-se a idade dos corpos de prova no ensaio de resistência à compressão.

Gráfico 5: Gráfico de Resistência média em cada idade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Pode-se notar que a linha verde se torna a referência pois não houve a substituição do agregado. As substituições parciais de 30% e 50% tiveram resultados bem similares, tendo variações quase imperceptíveis no gráfico. Para efeitos de comparação o quadro 6 mostra as respectivas médias presentes no gráfico.

Quadro 6- Resistência média dos corpos de prova por idade.

Idade de rompimento	Percentual de substituição	Média em MPa
7 dias	0%	14,45
	10%	10,15
	30%	6,45
	50%	6,38
14 Dias	0%	14,45
	10%	10,15
	30%	6,45
	50%	6,38
21 Dias	0%	16,4
	10%	10,8
	30%	7,2
	50%	6,4

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa foi possível analisar a viabilidade da utilização do endocarpo do caroço da macaúba como substituto ao agregado graúdo em concretos. De acordo com os resultados obtidos, percebeu-se que o mesmo não deve ser utilizado como substituto da brita, pois ele sofre uma reação expansiva durante a cura, fissurando e reduzindo a capacidade de carga e a durabilidade do concreto. Mesmo com baixo percentual de substituição, os corpos de prova apresentaram fissuras provenientes desta expansão não prevista,

Para trabalhos futuros, a utilização do caroço da macaúba com um todo ou até mesmo a utilização do caroço da bacaba como substitutos do agregado graúdo são fatores que merecem atenção e estudos específicos.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2002). **Guia básico de utilização do cimento Portland**. Boletim Técnico. 7ª ed. São Paulo, 28 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 9776: 1987 **Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman**.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **Agregados - determinação da composição granulométrica**: NBR NM 248. Rio de Janeiro, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. NBR 16605: **Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. NBR 16889: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 2021. p. 05.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. NBR 5738 - **Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.

Barreto, S. M. P. **Avaliação da torta de macaúba na alimentação de caprinos. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia)** - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.

Bhering, L. **Macaúba: matéria prima nativa com potencial para produção de biodiesel.** Embrapa, p. 1-4, 2009. Disponível em: <http://www.cnpae.embrapa.br/search?searchasletext=macauba>. Acesso em: 02 jan. 2011.

Cordeiro, L. N. P.; Masuero, A. B.; Dal Molin, D. C. C.; Souza, P. S. L.; Paes, I. N. L. **Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados.** Ambiente Construído, Porto Alegre, SciELO Brasil, v. 17, p. 255–265, 2017.

Frotté, C. *et al.* **Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de rcd.** Revista Matêrial(Rio de Janeiro), SciELO Brasil, v. 22, 2017, Departamento Acadêmico de Construção Civil – UTFPR, 2017.

Garcia, F. A. M.; Garcia, R. S.; Mendes, I. T. D. O. **Avaliação da viabilidade de utilização do concreto polimérico em substituição ao concreto convencional.** Revista Científica UNILAGO, 2014. vol. 1, n. 1, 2014.

Hobbs, D. W. **Alkali-silica reaction in concrete.** London: Thomas Telford, 1988. 183p.

Lorenzi, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - **Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável.** 2006. 166 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Lorenzi, G. M. A. C.; Negrelle, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex. Mart.: **aspectos ecológicos, usos e potencialidades.** Visão Acadêmica, Curitiba, v.7, n.1, 2006.

Machado, C. A. C.; Argandona, E. J. S.; Homem, G. R.; Tommaselli, M. A. G. **Modelo de viabilização da produção do consórcio: macaúba (*Acrocomia aculeata*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).** In: Encontro nacional de engenharia de produção, 30. São Carlos. Resumos... São Carlos: ENEGEP, p.1-11, 2010.

Marques, R. J.; Baptista, E. M. d. C. **Estudo preliminar da degradação por mineração: O caso do município de Timon/ma.**X Simpósio de Produção Científica e IX Seminário de Iniciação Científica da UESPI, 2010.

Mesquita, L. C. *et al.* **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação.** REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, p. Volume 10, No 3, 30-40, 2015.

Mota, C. S. *et al.* **Exploração sustentável da macaúba para produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos.** Informe Agropecuário, v. 32, n. 265, p. 41-50, 2011.

Neri, E. Z. **Certificações Ambientais para Construções Civis.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

Neville, A.; Brooks, J. **Concrete technology, Second Edition,** 2p. 361 a 375. Essex, England: Pearson Education Limited, 2010.

Nunes, G. C.; Nascimento, M. C. D.; De Alencar, M. A. C. **Pesquisa científica: conceitos básicos.** ID on line. Revista de psicologia, v. 10, n. 29, p. 144-151, 2016.

Rolim, A. A. B. **Óleos vegetais: usos gerais.** Informe Agropecuário, v.7, n.82, p.17-22, 1981

Scariot, A.; Lleras, E.; Hay, J. **Flowering and Fruiting Phenologies of the Palm *Acrocomia aculeata*: Patterns and Consequences.** 2. [S. /], 2 jul. 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2388992?origin=crossref>. Acesso em: 4 set. 2023.

Silva, D. A.; Melo, C. E. L. **Processo de britagem e sua influência nas características físicas do agregado graúdo para concreto.** 2020.