

**Adição de resíduos de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em concreto para pré-moldados: sustentabilidade para os atores da cadeia produtiva na costa norte da Amazônia brasileira**

**Uçá crab residues addition, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in concrete for precast: sustainability for the productive chain actors on the north coast of the Brazilian Amazon**

**Adición de residuos de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) en hormigón para prefabricados: sostenibilidad para los actores de la cadena productiva en la costa norte de la Amazonía brasileña**

Recebido: 08/09/2020 | Revisado: 08/09/2020 | Aceito: 11/09/2020 | Publicado: 13/09/2020

**Andreza Lúcia Santiago Sombra Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9078-6788>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [dezabio00@gmail.com](mailto:dezabio00@gmail.com)

**Marileide Moraes Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1736-5968>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [malves.ufpa.br](mailto:malves.ufpa.br)

**Zélia Maria Nunes Pimentel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5554-5612>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [znunes@ufpa.br](mailto:znunes@ufpa.br)

## **Resumo**

No contexto da redução do descarte inadequado de resíduos oriundos da atividade de beneficiamento do caranguejo-uçá na zona costeira da Amazônia brasileira, o objetivo desta pesquisa foi produzir e avaliar a resistência mecânica de concreto com adição do pó de exoesqueleto (carapaça) do caranguejo-uçá, em diferentes níveis de inclusão. A coleta de dados sobre volume e composição de resíduos gerados foram obtidos a partir de visitas *in loco*. Foram formulados e analisados cinco traços com diferentes níveis de inclusão (5, 10, 15

e 20%) de adição do pó de carapaça de caranguejo em substituição à massa do agregado miúdo (areia), buscando-se uma resistência mecânica à compressão axial de 25 Mpa aos 28 dias de idade. A composição centesimal do pó de carapaça de caranguejo-uçá indicou os percentuais de: 8,73 de umidade, 69,89 de cinzas, 16 de proteína e 0,4 de lipídeos. O concreto com a adição de 5% não apresentou diferença significativa em relação ao traço referência. O concreto com adição de 10% apresentou redução de 35,12% em relação ao traço de referência. As formulações com 15% e 20% de adição reduziram a resistência em 57,11% e 70,13%, respectivamente, quando comparados ao traço de referência. Conclui-se que os concretos com inclusão de 5% e 10% alcançaram valores de resistência indicados para confecção de pré-moldados (17 Mpa); para os níveis de 15 e 20% de inclusão houve perda significativa da resistência, indicando a necessidade de pesquisa para indicar o uso adequado de concretos com os níveis de resistência apresentados.

**Palavras-chave:** Agregado miúdo; Bioeconomia; Exoesqueleto; Meio ambiente; Reciclagem; Resistência mecânica.

### **Abstract**

In the context of reducing the inappropriate waste disposal from the uçá-crab processing activity in the coastal zone of the Brazilian Amazon, the objective of this research was to produce and evaluate the mechanical strength of concrete with the addition of the exoskeleton (carapace) powder of the uçá-crab, at different levels of inclusion. Data on volume and composition of waste generated was collected from in loco visits. Five strokes were formulated and analyzed with different levels of inclusion (5, 10, 15 and 20%) of addition of crab shell powder to replace the fine aggregate mass (sand), seeking a mechanical resistance to axial compression of 25 Mpa at 28 days of age. The proximate (ou chemical) composition of the uçá crab shell powder indicated the percentages of: 8.73 moisture, 69.89 ash, 16 protein and 0.4 lipids. The concrete with the addition of 5% showed no significant difference in relation to the reference trace. Concrete with an addition of 10% showed a reduction of 35.12% in relation to the reference trace. Formulations with 15% and 20% addition reduced the resistance by 57.11% and 70.13%, respectively, when compared to the reference trace. It is concluded that the concretes with 5% and 10% inclusion reached resistance values indicated for making precast (17 Mpa); for the levels of 15 and 20% of inclusion, there was a significant loss of resistance, indicating the need for research to indicate the appropriate use of concretes with the levels of resistance presented.

**Keywords:** Fine aggregate; Bioeconomics; Exoskeleton; Environment; Recycling; Mechanical resistance.

## Resumen

En el contexto de reducir la disposición inapropiada de residuos de la actividad procesadora de cangrejo uçá en la zona costera de la Amazonía brasileña, el objetivo de esta investigación fue producir y evaluar la resistencia mecánica del concreto con la adición del polvo de exoesqueleto (caparazón) del cangrejo uçá en diferentes niveles de inclusión. La recolección de datos sobre el volumen y la composición de los residuos generados se obtuvo de las visitas *in situ*. Se formularon y analizaron cinco perfiles con diferentes niveles de inclusión (5, 10, 15 y 20%) de adición de polvo de cáscara de cangrejo para reemplazar la masa de agregado fino (arena), buscando una resistencia mecánica a la compresión axial de 25 Mpa a los 28 días de edad. La composición aproximada del polvo de cáscara de cangrejo uçá indicó los porcentajes de: 8.73 humedad, 69.89 cenizas, 16 proteínas y 0.4 lípidos. El hormigón con la adición del 5% no mostró diferencias significativas en relación con la mezcla de referencia. El hormigón con una adición del 10% mostró una reducción del 35,12% con relación a la línea de referencia. Las formulaciones con un 15% y un 20% de adición redujeron la resistencia en un 57,11% y un 70,13%, respectivamente, en comparación con la traza de referencia. Se concluye que los hormigones con 5% y 10% de inclusión alcanzaron valores de resistencia indicados para la confección de prefabricados (17 Mpa); para los niveles de 15 y 20% de inclusión hubo una pérdida significativa de resistencia, lo que indica la necesidad de realizar investigaciones para indicar el uso adecuado de los hormigones con los niveles de resistencia presentados.

**Palabras clave:** Agregado fino; Bioeconomía; Exoesqueleto; Médio ambiente; Reciclaje; Resistência mecânica.

## 1. Introdução

Os manguezais brasileiros têm grande importância socioeconômica e, historicamente, esses ecossistemas tem sido explorados como fonte de extração de recursos naturais para a subsistência das populações tradicionais (Quinn et al. 2017). Na região norte do Brasil, especialmente no estado do Pará, citando a região Bragantina, a prática de captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) compõe uma das principais fontes de alimento e renda para muitas comunidades litorâneas (Partelow et al. 2018).

De acordo com o Ministério Público do Estado do Pará (2009), aproximadamente 30 mil famílias no Estado do Pará sobrevivem da atividade de retirada da carne de caranguejo. A forma de comercialização mais comum é vivo ou carne (massa) de caranguejo congelada. O beneficiamento do animal compreende a extração da carne de forma artesanal. Esse processo é isento de tecnologia e gera grande volume resíduo.

A reciclagem é uma prática importante para sustentabilidade, combinando crescimento econômico, inclusão social e conservação ambiental. Pesquisas sobre reuso e reciclagem de resíduos têm potencial de crescimento, principalmente nos países em desenvolvimento. Na conjuntura do aproveitamento de resíduos orgânicos, buscando redução de desperdícios e reentradas na cadeia produtiva, podem ser citadas pesquisas com temáticas de produção e/ou utilização de adubos orgânicos (Gonçalves, Facchi, Brandão, Bauer & Paris Junior, 2014; Santos, et al. 2018; Sousa et al. 2016), obtenção de biogás através de compostagens (Neff, Spiker & Truant, 2015), e digestão anaeróbia de resíduos alimentares (Cruz, Barros, Santos & Tiago Filho, 2019). Na indústria alimentícia, por exemplo, busca-se a reciclagem de óleo de cozinha (Martins, Lopes & Avelino, 2016; Santos et al. 2017 e Wildner & Hillig, 2012) e produção de bebida a partir de resíduos de frutas tropicais (Soares et al. 2020)

Diversas pesquisas têm sido realizadas na perspectiva da construção civil sustentável com aplicações dos conceitos de economia circular (Aiello & Leuzzi, 2010; buscando-se demonstrar a importância do gerenciamento de resíduos (Coelho Júnior, Gonçalves, Salomão, Costa Júnior & Silva 2018); com utilização em substituição parcial ao agregado em concreto: em resíduo de pneus (Barboza, da Silva, Motta, Meiriño, & Faria, 2019; Ranieri, Martins, Capellato, Melo & Mello, 2020 & Santos et al., 2020); substituição da madeira (Lima & Iwakiri, 2014); resíduos de cerâmica vermelha (Morais, Souza & Ribeiro 2020; Sousa et al., 2019); cinzas de biomassa (Melotti, Santagata, Bassani, Salvo & Rizzo 2013); cinza de casca de arroz (Santos et al. 2019).

Mesquita et al. (2020) relataram que as publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos ainda são incipientes. Esses autores identificaram lacunas de publicações, como o baixo grau de colaboração entre autores da área, principalmente, no âmbito internacional.

O *Bio-energy with Carbon Capture and Storage* (BECCS) ou Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono é uma forma de sequestrar carbono e consiste na utilização de biomassa para produção de energia nos setores industriais ou de transporte. Capturar o carbono incorporado antes de ser lançado de volta à atmosfera e depois armazená-lo no

subsolo ou em produtos de vida longa, como concreto (Mulligan, Ellison, Levin, Lebling & Rudee, 2020).

Diversos pesquisadores têm apontado alternativas para aplicação dos resíduos produzidos no beneficiamento do caranguejo-uçá, como a utilização sob a forma de adubo orgânico (Araújo, Aquino, Aquino, Bezerra & Neto, 2009; Ferreira, Amorim, Araujo, Lacerda & Aquino 2010; Ramos & Ribeiro 2019), obtenção de quitosana (Bakiyalashmi, Valli & Swarnila, 2019; Oliveria & Nunes, 2011), produção de farinha (Ogawa, Alves, Filho, Rodrigues & Maia, 1973; Ribeiro & Fernandes, 2018), controle da fusariose (Benchimol, Sutton & Dias-Filho, 2006).

Dois microempresas localizadas no município de Bragança (PA) beneficiam, artesanalmente, o caranguejo-uçá e são responsáveis pela geração de empregos aos moradores da comunidade do Treme. As microempresas não dispõem de um projeto ambiental que contemple a destinação adequada do resíduo gerado (exoesqueleto e vísceras). O descarte inadequado de resíduos, em áreas de manguezal, vias públicas e espaços domésticos de residências, tem sido um dos fatores mais preocupantes de interferência antrópica no meio ambiente local. Tal ação pode causar impacto à saúde humana como: cólera, leptospirose, doenças veiculadas por mosquitos (dengue, zica, chikungunha), poluição do lençol freático, entre outros. Por essa razão, é de suma importância destinar adequadamente os resíduos ou ofertar soluções que minimizem os impactos, considerando as questões ambientais e sociais.

Segundo a Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 de sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, devem ser adotadas tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio econômicos disponíveis, além de respeitar a integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não renovável (Brasil, 2009).

A incorporação de resíduos em concreto pela construção civil é uma prática que tem apresentado resultados promissores (Bravo & Brito, 2011). A resistência do concreto produzido com adição de resíduos é a chave para a sua utilização. O concreto produzido dessa forma pode ser empregado na fabricação de tijolos, rampas de acessibilidade para deficientes, muros, mourões, decoração de ambientes externos e/ou internos, elementos decorativos de fachadas residenciais e comerciais, pisos pré-moldados (pisograma, *blockret*), objetos de decoração de jardim entre outros, desde que não contenham armadura de aço, devido à corrosão.

No contexto da redução do descarte inadequado de resíduos oriundos da atividade de beneficiamento do caranguejo-uçá na zona costeira da Amazônia brasileira, o objetivo desta pesquisa foi produzir e avaliar a resistência mecânica de concreto com adição do exoesqueleto (carapaça) do caranguejo-uçá, em diferentes níveis de inclusão, os quais podem ser aplicados na construção civil para produção de artefatos pré-moldados.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado na costa norte da Amazônia brasileira, no Pólo Treme, pertencente ao município de Bragança-PA, com coordenadas geográficas (1°00'S, 46°40'W). Esse Pólo está localizado no entorno da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu. Esta localidade foi escolhida para o presente estudo por ser a mais atuante na atividade de extração de carne de caranguejo (catação) na região, abrigando as duas microempresas que são responsáveis pelo processo de extração de carne de caranguejo.

A catação representa a principal fonte de renda dos moradores da comunidade do Treme e arredores, além de constar como principal pólo de abastecimento de caranguejo vivo, com número significativo de famílias envolvida na produção de carne de caranguejo. Esse contexto, também, fez o Pólo Treme ser a localidade mais impactada com problemas gerados pelo descarte inadequado dos resíduos oriundos da catação.

### **2.2 Metodologia**

A pesquisa utilizou metodologias quali-quantitativas (Pereira et al, 2018), objetivando coletar dados em campo para descrever o volume e a composição de resíduos gerados nas microempresas, entre os anos de 2016 e 2020. Foram feitas entrevistas com aplicação de questionários estruturados e semiestruturados, entrevistas gravadas, registros fotográficos e vídeos, além do registro de relatos de conversas informais nas microempresas processadoras do caranguejo instaladas no local (que serão identificadas ao longo do texto por “A” e “B”).

Os questionários aplicados continham perguntas referentes a socioeconomia dos atores como: idade, sexo, estado civil, jornada de trabalho, dias trabalhados e renda familiar. Além de perguntas sobre seu papel na cadeia produtiva do caranguejo, quantidade (diária e semanal)

de caranguejos catados nas microempresas; sobre seus conhecimentos de meio ambiente e a importância do descarte adequado dos resíduos. Abordava também a possibilidade de reutilização desse resíduo para produção de artefatos pré-moldados de concreto; sobre sua fonte de renda e possibilidade de ter outra fonte de renda a partir da implantação de uma mini fábrica para produção de artefatos pré-moldados na comunidade.

O objetivo das entrevistas foi conhecer a produtividade dos atores que trabalham nas microempresas com intuito de estimar o volume de resíduo gerado (carapaça). Foram coletadas carapaças em uma das microempresas, as quais foram destinadas ao laboratório de Tecnologia do Pescado (LATEPE) da Universidade Federal do Pará, *Campus* de Bragança. O material passou por contagem, biometria e pesagem, ainda com conteúdo interno. Posteriormente, as vísceras foram removidas com auxílio de uma colher de aço. As carapaças foram lavadas em água corrente e imersas em solução de hipoclorito de sódio 5%, durante 20 minutos. Depois do enxague, o material foi seco em estufa (50°C, por 24 horas). Ao término da secagem, as carapaças foram pesadas; fragmentadas com soquete de aço e trituradas em moinho de facas, de modo a alcançar a faixa granulométrica da areia, entre 4,8 e 0,15 mm, conforme NBR NM 248 (2003).

### **2.2.1 Tratamento da Carapaça**

A extração da carne de caranguejo é realizada por catadores autônomos, que executam a atividade de catação em suas residências, e/ou por catadores que prestam serviços às microempresas processadoras de caranguejo, instaladas no local e licenciadas pelos órgãos competentes. Nesse caso, a atividade de catação ocorre nas instalações das processadoras.

### **2.2.2 Tratamento da Areia E Brita**

No LATEPE, a areia e a brita passaram pelo processo de secagem em estufa a 100°C durante 24h. Em seguida, o material foi colocado em recipiente com altura de 5 cm para melhor circulação de ar entre os espaços vazios do produto e resfriamento à temperatura ambiente entre 2 e 4h. Após o resfriamento, o material foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado em recipiente hermeticamente fechado. Foi utilizada areia natural proveniente de jazidas da região Nordeste do Estado do Pará.

### **2.2.3 Caracterização química do pó da carapaça**

As análises de composição centesimal do pó da carapaça consistiram na medida dos teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas, de acordo com o método descrito pelas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1997).

### **2.2.4 Caracterização Física**

O ensaio de granulometria foi realizado de acordo com a metodologia descrita na ABNT NBR NM 248 (2003). O pó da carapaça, areia e a mistura desses dois materiais foram caracterizados fisicamente. O ensaio de determinação da composição granulométrica foi realizado através do peneiramento manual, por peneiras com aberturas segundo a referida Norma, constituindo uma série padrão, com a finalidade de obter a curva granulométrica do agregado.

De acordo com a NBR NM 248 (2003), os agregados foram classificados quanto às dimensões como, miúdos, aqueles cujos grãos passam pela peneira 4,75 mm e ficam retidos na peneira 0,15 mm; como graúdos, aqueles cujos grãos passam pela peneira 75 mm e ficam retidos na peneira 4,75 mm.

### **2.2.5 Determinação de traço para concreto de $f_{ck} = 25$ Mpa**

A obtenção de concreto com resistência apropriada à produção de pré-moldados foi feita utilizando-se materiais de construção comuns, procedentes dos comércios locais. Na confecção da matriz dos corpos de prova foram utilizados os seguintes materiais: cimento CP II-RS-32, areia fina quartzosa (agregado miúdo), brita de granito nº1 (agregado graúdo). O traço, utilizado na obtenção da melhor proporção a ser utilizada entre os materiais constitutivos do concreto foi obtido pela dosagem do concreto, utilizando balança digital. Esse procedimento foi realizado no Laboratório de Edificações do Instituto Federal do Pará – *Campus de Bragança*.

Os traços foram obtidos segundo o método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) que permitiu a dosagem otimizada dos materiais (NBR 12655, 1996). Foram formulados e analisados cinco traços com diferentes níveis de inclusão (5, 10, 15 e 20%) de adição do pó da carapaça de caranguejo em substituição à massa do agregado miúdo (areia), buscando-se uma resistência de 25 Mpa aos 28 dias de idade). Os valores calculados para cinco traços, com suas respectivas quantidade de cimento, areia, brita, adição e água indicaram o consumo total do material: cimento: 411,91 kg; areia: 953,57 kg e brita: 780,2 kg.



### 2.2.6 Moldagem, cura e ruptura do corpo de prova

O corpo de prova cilíndrico 10x20cm (NBR 5738, 2003; NBR 5739, 1994) com volume do cilindro de 0,001570 m<sup>3</sup> foi utilizado para moldagem do concreto. Foram realizados cálculos para moldagem de cinco corpos de provas, com cinco réplicas, com diferentes traços. O primeiro traço foi o de referência, pois não continha a adição do resíduo do caranguejo. Os demais traços apresentaram variação gradativa de 5% a 20% de adição em substituição a areia, em massa. A Tabela 1 apresenta o consumo de material utilizado em um corpo de prova (CP) em diferentes traços.

**Tabela 1.** Consumo de material utilizado em um corpo de prova (CP) em diferentes traços.

Material (kg)	Nível de inclusão da carapaça de caranguejo (%)				
	0	5	10	15	20
	Traço o 1	Traço o 2	Traço o 3	Traço o 4	Traço o 5
Cimento	0,647	0,647	0,647	0,647	0,647
Areia	1,497	1,422	1,347	1,272	1,198
Brita	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
Água	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
Adição	0,000	0,075	0,150	0,225	0,299

Fonte: Autores.

Destaca-se que os valores registrados na Tabela 1 serviram como referência para produção dos traços, mas sofreram alterações no momento da mistura dos materiais. Para os traços com maior teor de adição (15 e 20%) foi necessário ajustar a quantidade de água de amassamento, pois os valores de água calculados geraram uma massa seca. A massa de água adicionada foi, respectivamente, de 20 e 30% maior do que a calculada.

A mistura do material ocorreu em betoneira MB – 150P (MOTOMIL), seguindo uma ordem de colocação para proporcionar a homogeneização do produto. Primeiramente, foram colocados os agregados graúdo e miúdo (brita e areia, respectivamente) e adição do pó de carapaça (a partir do segundo traço), com breve mistura, por cerca de dois minutos. Em seguida, o aglomerante (cimento) e breve mistura, pelo mesmo período, e, por último, a água.

Cada molde foi pesado vazio, em seguida foi inserida a mistura (concreto) já homogeneizada na betoneira. Procedeu-se ao adensamento da mistura através do conjunto

motor acionador e vibrador de imersão 25mm (ELECTRIC MOTOR ZN-G), para retirada de ar existente na mistura. Após o adensamento, o molde cheio de concreto foi pesado e reservado por 24h.

Após 24h, o corpo de prova foi desformado, pesado e imerso em um recipiente com água, ficando em cura durante 28 dias. A resistência mecânica à compressão axial do material foi obtida quando os corpos de prova foram rompidos em prensa elétrica digital 100T, modelo I-3025-B (CONTENCO), após o período de cura.

### **2.3 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o pacote *Statistica 7.0*. Foi aplicado teste Tukey para verificação do grau de significância entre os traços, com  $\alpha=0,05$ .

## **3. Resultados e discussão**

### **3.1 Estimativa de produção de resíduo**

Nas entrevistas feitas com os atores, catadores, atravessadores e proprietários das microempresas, foi declarado que eram necessários 100 exemplares de caranguejo para obtenção de 3,5kg de carne. Esse dado foi ratificado em ensaios realizados em laboratório para determinar o rendimento e o resíduo gerado. Após o tratamento, uma carapaça apresentou peso médio de 4g. Com base nesses resultados foram estimadas as quantidades mensais de caranguejos beneficiados nas microempresas e a estimativa de resíduo ( $\text{kg.mês}^{-1}$ ), em forma de carapaça, gerado pós beneficiamento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Estimativa de geração mensal de resíduo (carapaça) pós beneficiamento do caranguejo nas microempresas do Polo Treme, Bragança, Pará.

Atores	Produção Massa/pata (kg.mês <sup>-1</sup> )	Quantidade (caranguejos.mês <sup>-1</sup> )	Resíduo carapaça (kg.mês <sup>-1</sup> )
M.E – A	2.110	60.286	241
M.E - B	1.800	51.429	206
<b>Total</b>	<b>3.910</b>	<b>111.715</b>	<b>247</b>

Fonte: Autores.

A partir da estimativa da geração mensal de resíduo é possível projetar a disponibilidade de material de adição, e, conseqüentemente, pode-se calculada a quantidade de concreto passível de ser produzida, com determinado teor de adição.

### 3.2 Composição centesimal do pó de carapaça

Os dados referentes à composição centesimal do pó de carapaça podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição centesimal do pó da carapaça de caranguejo-uçá.

Componente	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos
<b>Pó de carapaça (%)</b>	8,73 ± 0,21	69,89 ± 1,24	16,00 ± 2,81	0,40 ± 0,16

Fonte: Autores.

A composição centesimal é primordial para o conhecimento da natureza química do material de adição. A afinidade química dos componentes do concreto pode ser afetada pela presença de compostos orgânicos, como proteínas e lipídeos. A predominância do componente cinzas (69,89%) indica uma característica satisfatória para o pó de carapaça, uma vez que as cinzas representam uma fração inorgânica do material de adição, garantindo a afinidade entre os compostos inorgânicos que compõem o concreto e o pó de carapaça.

Benchimol et al. (2006) analisaram a composição química do caranguejo coletado na mesma área de estudo da presente pesquisa e determinaram a composição da carapaça seca ao sol, por cerca de três dias, triturada e moída até a forma de pó (partículas <2mm):

umidade=8,16%; cinza=71,82% e proteína=6,36%; N=10,6; P=10,6; K=0,4; Ca=437,1; Mg=8,7 e S=0,6 (g kg<sup>-1</sup>) e B=2,6; Cu=1,2; Mn=24,4; Zn=7,8 e Fe=77,9 (mg kg<sup>-1</sup>). Estima-se que diferença entre os dados proteicos obtidos no presente estudo e o encontrado por Benchimol et al. (2016) pode ser causado pelas mudanças biológicas que o caranguejo sofre ao longo do ano, em especial durante a ecdise.

### **3.3 Caracterização física da areia, do material de adição (pó de carapaça) e da mistura da areia ao material de adição**

Após os procedimentos de ensaio preconizados pela NBR NM 248 (2003) foi determinado o diâmetro máximo característico da areia em 2,40 mm. O peso retido na determinada peneira foi igual a 23,64g, com porcentagem retida de 2,36% e porcentagem retida acumulada de 2,68%. De acordo com a porcentagem retida acumulada de 2,68% permitiu enquadrar a areia na zona ótima dos limites inferiores da peneira, conforme a NBR 7211 (2009). O módulo de finura igual a 1,62 mm inseriu a areia na zona utilizável inferior das faixas granulométricas sendo classificada como média. Salomão, Malagute, Lorentz & Paula. (2019) ressaltaram a necessidade da areia estar ser isenta de impurezas, contendo a dimensão máxima inferior a 4,8 mm. Esses resultados corroboram aos encontrados nesta pesquisa, indicado pela caracterização do agregado miúdo.

A composição granulométrica do material de adição foi determinada como sendo de agregado miúdo, com diâmetro máximo de 1,20 mm. O peso retido na peneira foi igual a 3,70g, com porcentagem retida de 0,37% e porcentagem retida acumulada de 0,37%. A porcentagem retida acumulada de 0,37% do presente estudo permitiu enquadrar a areia na zona utilizável dos limites inferiores da peneira e o módulo de finura igual a 2,66 mm, conforme a NBR 7211 (2009) e inseriu esse material na zona ótima inferior da faixa granulométrica. A distribuição granulométrica do material residual do caranguejo, A considerando as normas da ABNT – NBR NM 248 e NBR 7211(2009), e, classificou de material de origem natural e dimensões de agregado miúdo.

Após os procedimentos de ensaio preconizados pela NBR NM 248 (2003), foi determinada a composição granulométrica da mistura da areia (80%, em massa) com o material de adição (20%, em massa), em que foi determinado o diâmetro máximo em 2,40 mm. O peso retido na peneira foi igual a 23,13g, com porcentagem retida de 2,31% e porcentagem retida acumulada de 2,40%. A porcentagem retida acumulada do presente estudo permitiu enquadrar a areia na zona ótima dos limites inferiores da peneira (NBR 7211, 2009).

O módulo de finura igual a 1,90mm a colocou na zona utilizável inferior das faixas granulométricas. A distribuição granulométrica da mistura da areia com o material de adição indicou tratar-se de materiais de origem natural e dimensões de agregado miúdo, considerando as normas da ABNT – NBR NM 248 (2003) e NBR 7211 (2009).

O agregado miúdo utilizado na produção de argamassa de assentamentos de alvenaria para vedação, blocos, contra - pisos e tijolos de vedação não deve ultrapassar o diâmetro de 4,8mm (Salomão et al. 2019). Portanto, a mistura correspondente ao agregado miúdo utilizado nesta pesquisa correspondeu a essa especificação, podendo ser utilizada nessas aplicações..

A brita não foi caracterizada fisicamente, porém de acordo com NBR NM 248 (2003) e 7211 (2009), a mesma pode ser classificada como de origem artificial, massa específica normal com dimensão de agregado graúdo.

### **3.4 Dosagem, moldagem, cura e ruptura dos corpos de prova (CP)**

Foram moldados e analisados 25 CP cilíndricos após 28 dias de cura. O concreto produzido com adição de 5% (Traço 2) e 10% (Traço 3) de adição não apresentou diferença na aparência, na textura e na consistência durante a mistura na betoneira. Em ambos os traços não se percebeu o odor característico da adição.

No concreto produzido com adição de 15% (traço 4) e 20% (traço 5) observou-se diferença na aparência, textura e odor. Na aparência, perceberam-se grãos do material de adição na mistura e em relação à textura foi necessário o acréscimo de água (10% e 20%, respectivamente), pois as misturas apresentaram-se secas, dificultando a sua homogeneização na betoneira e o processo de moldagem do corpo de prova. Nestes traços sentiu-se o odor característico do caranguejo.

Após 28 dias em cura, os CP dos cinco traços foram desformados e submetidos ao teste de resistência. A Tabela 4 apresenta a variância da carga de ruptura (fck) obtida nos corpos de prova submetidos ao ensaio de compressão axial.

**Tabela 4.** Análise de variância das cargas de ruptura média ( $f_{ck}$ ) em relação ao nível de inclusão de resíduo de carapaças de caranguejos obtidas nos corpos de prova submetidos ao ensaio de compressão axial.

Traço	Nível de inclusão (%)	Carga de ruptura média $f_{ck}$ ou Valor médio de ruptura (Mpa)	Desvio padrão ou desvio médio	Tipo de ruptura
T1	0	30,06 <sup>a</sup>	3,86	Tipo C – Colunar cônica Tipo E – Cisalhada
T2	5	28,21 <sup>a</sup>	2,31	Tipo E – Cisalhada
T3	10	19,50 <sup>b</sup>	4,16	Tipo B Cônica Tipo E – Cisalhada
T4	15	12,89 <sup>c</sup>	1,17	Tipo E - Cisalhada
T5	20	8,60 <sup>d</sup>	2,08	Tipo E – Cisalhada Tipo D

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente a um nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Os níveis de inclusão de material de adição resultaram em diferenças na resistência dos traços, as quais podem ser significativas e limitar o uso dos concretos para determinadas finalidades. Foi possível indicar que teores de adição alteram, significativamente, a resistência em relação a um traço que não contém substituição parcial do agregado miúdo.

O concreto T1, controle, apresentou a maior resistência mecânica à compressão axial (30,06 Mpa), como já era esperado, por feito sem adição na mistura no concreto. O concreto T2 produzido com a adição de 5% de resíduo, em substituição à massa do agregado miúdo, não apresentou diferença significativa em relação ao concreto T1. Foi registrado uma redução na resistência mecânica à compressão axial de 6,15 % em relação à encontrada no traço de referência, entretanto, ainda acima da resistência mecânica esperada de 25 Mpa, comprovando o potencial do pó da carapaça para utilização como adição em concretos para confecção de pré-moldados.

A caracterização do pó da carapaça registrou a presença de 16% de proteína, o que indica potencial perda de aderência entre a pasta e o material de adição, o qual detém um percentual de matéria orgânica (sob forma de proteína), o que não aconteceu quando foi

utilizado apenas agregado miúdo convencional (areia, caso do concreto T1). Todavia, deve ser considerado, também, que o material de adição tem grande percentual de finos, o que pode ter compensado, em certo nível, a perda de aderência, uma vez que, o aumento da fração de finos ajuda a mistura a ter um efeito de empacotamento, de compactação e proporcionou um maior fechamento dos vazios.

Tafarel et al. (2016) avaliaram as propriedades do concreto com diferentes níveis de inclusão (5% e 10%) de lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), em substituição ao agregado miúdo, com intuito de minimizar este passivo ambiental gerado pelas empresas de saneamento. Esses autores indicaram que apenas as amostras com 5% de lodo apresentaram condições satisfatórias de resistência à compressão axial quando comparadas ao concreto-referência (15,5 Mpa), sendo a perda de resistência de 11%, valor superior ao encontrado nessa pesquisa. Os referidos autores concluíram que para o nível de inclusão de 5% o uso deste concreto foi restrito à finalidade não estrutural, considerando apenas as propriedades mecânicas do material. Valença et al. (2020) em pesquisa para otimização de características estruturais de misturas SMA (Stone Matrix Asphalt) utilizaram resíduos da construção civil e da fibra do curauá (*Ananas erectifolius*) com a inclusão de 0,3% da fibra orgânica. Os resultados mostraram que a resistência do compósito não variou significativamente a temperatura de 25°C, todavia, na temperatura de 40°C, houve decréscimo da resistência. Assim, considerando que a análise centesimal do pó de carapaça de caranguejo apontou a presença de compostos orgânicos (proteína, lipídeos) seria recomendável investigar a variação de resistência do concreto em função do aumento de temperatura.

Vieira et al. (2004) avaliaram a propriedade mecânica de resistência à compressão axial de concretos, utilizando agregados reciclados inorgânicos (cerâmica vermelha, resíduos de concreto e argamassa) na sua fração miúda e graúda, em percentuais variados. Esses autores perceberam significativo aumento da resistência à compressão axial apontado como efeito do empacotamento.

Os traços T3, T4 e T5 apresentaram diferença significativa em relação ao traço de referência ( $p < 0,05$ ). O concreto T3, produzido com adição de 10% de resíduo, apresentou, em média, resistência mecânica à compressão axial 35,12% menor do que a encontrada no traço de referência e 22% inferior ao esperado no presente estudo. A queda de resistência para esse nível de adição, que é o dobro da adição do concreto T2, indicou que provavelmente houve perda de aderência da pasta em relação ao material de adição devido à falta de afinidade química entre as partes, por se tratar de substância inorgânica em contato com compostos orgânicos. O efeito da falta de afinidade química possivelmente se sobrepôs ao efeito de

natureza física, como compactação mais efetiva, esperada em função da maior presença de finos.

A resistência de 19,50 Mpa obtida nesse estudo, para a substituição de 10% da areia, foi superior a resistência de concreto obtido pela substituição de areia por serragem (17,84 Mpa) em concreto para pré-moldados obtidos por Garcez et al. (2013), . Silva, Gama, Salles & Braga (2019) utilizaram cinza de casca de arroz em substituição ao cimento e o agregado reciclado, em substituição parcial ao agregado graúdo. O concreto contendo 10% de cinza e 25% agregado reciclado apresentou diferenças significativas na absorção e porosidade, resultando em menor resistência, todavia foi mantida a viabilidade de utilização destes materiais na fabricação de concretos estruturais.

O concreto T4, produzido com adição de 15% de resíduo de carapaça de caranguejo-uçá, apresentou resistência mecânica à compressão axial 57,11% menor do que a encontrada no traço de referência e 48,44% menor do que o esperado no presente estudo. O concreto T5, produzido com adição de 20% de resíduo, apresentou resistência mecânica à compressão axial 70,13% menor do que a encontrada no traço de referência e 65,6% inferior ao valor esperado no presente estudo. Acredita-se que a baixa resistência dos traços T4 e T5 esteja diretamente relacionada à inserção da água durante a mistura do concreto, fazendo que esses níveis de inclusão fossem indicados apenas para fabricação de pré-moldados que não necessitam de altos valores de resistência.

Lima e Iwakiri (2014) obtiveram resultados satisfatórios ao estudarem a inclusão de 20% de resíduo de madeira *in natura* em substituição ao agregado miúdo de concreto destinado à confecção de blocos para alvenaria estrutural. Garcez, Santos e Gatto (2013) utilizaram concreto com serragem de *Pinus elliottii*, em substituição ao agregado miúdo, nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100% observaram que quanto maior o percentual de serragem em substituição a areia, menor o limite de resistência do concreto, restringindo assim a utilização para fins estruturais, o que não necessariamente inviabilizou a utilização para outros fins, isso é, quando a utilização do artefato não necessitou de um concreto de elevado desempenho. Sales (2010) avaliou e obteve êxito na adição de cinzas, geradas na queima do bagaço de cana-de-açúcar, em substituição à parte da areia usada na construção civil, sugerindo a sua aplicação em guias, sarjetas e bocas de lobo. Souza, Segantini e Pereira (2008) indicaram o aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento.

Um aspecto positivo a ser considerado nos níveis de inclusão de 15 e 20% foi a redução da massa específica do pó da carapaça de caranguejo-uçá. Essa característica torna



esses níveis de inclusão como material apropriado para substituir certa proporção do agregado miúdo do concreto, conferindo menor peso às peças pré-moldadas, desde que as mesmas não necessitem de resistência elevada, como seria o caso de peças decorativas. Rodrigues e Fucale (2014) formularam concreto com agregado reciclado de resíduo da construção civil, com inclusão de 50% de substituição do agregado miúdo natural pelo reciclado. Esse formulado apresentou aumento de volume de argamassa seca, devido às diferenças entre os valores de massa específica o material natural e o reciclado, todavia não foi registrada perda significativa da resistência pelos autores.

Em geral, o concreto com inserção de pó da carapaça de caranguejo-uçá apresentou resistência inferior ao traço referência, dessa forma sua utilização ficou comprometida para fins estruturais, porém não restringiu a sua aplicabilidade. Artefatos pré-moldados que necessitam de resistência maior para suportar pressão ou até mesmo intempéries, como por exemplo, guarda corpo de concreto, pisograma ou concregrama, bloquete sextavado, combogó, guias para sarjeta e meio fio, ralos e tampões, caneletas e grelhas para drenagem, mourão, entre outros, possivelmente poderiam ser confeccionados a partir do concreto com adição de 5% do resíduo exceto para artefatos que utilizem ferro na sua moldagem, pois o mesmo poderá reagir com os componentes do resíduo, reduzindo a resistência.

### **3.5 Perspectiva para uso de concreto adicionado de pó de carapaça**

Mourões de concreto são exemplos de peças pré-moldadas utilizadas na confecção de cercas em áreas residenciais, industriais ou rurais. São ideais para cercar sítios, jardins, chácaras, áreas para aves ou outros animais, canis, grandes ou pequenas propriedades rurais. As restrições crescentes da legislação ambiental e a dificuldade de conseguir madeira para construção de cercas fazem os mourões de concreto uma excelente alternativa para uma cerca de qualidade e ecologicamente correta. Os mourões de concreto têm inúmeras vantagens em relação às tradicionais cercas de madeira: maior durabilidade, resistentes às intempéries, fácil instalação, não precisam de ferramentas especiais, padronização nas dimensões, resistentes aos fungos, facilidade de fabricação e aquisição, podem ser reaproveitados em outras obras e lugares.

Existem mourões de vários modelos e tamanhos, um exemplo de dimensões muito comercializado é o 0,1 x 0,1 x 2,5m. Uma peça com essas dimensões consome na sua fabricação 0,025 m<sup>3</sup> de concreto. Considerando a inclusão em nível de 5% de pó de carapaça de caranguejo nesse concreto, um mourão consumiria aproximadamente 1,2 kg do resíduo

(massa obtida, em média, de 265 unidades de carapaça). Assim, uma empresa que recebe 10.000 caranguejos por semana, poderia fornecer, por mês, material para produzir 38 mourões. Essa produção é passível de aumento com a redução do nível de inclusão. Considerando que o montante de caranguejo processado por mês é de aproximadamente 112 mil unidades de caranguejo, apenas nas duas microempresas, o exemplo da fabricação de mourões poderia ser um item de produção de uma minifabrica de pré-moldados com potencial de instalação no Pólo Treme.

#### **4. Considerações Finais**

1 – O resíduo do beneficiamento do caranguejo-uçá, sob a forma de pó da carapaça, apresentou granulometria compatível ao de agregado miúdo (areia);

2 - A aplicação do resíduo na proporção 5% em substituição da massa do agregado miúdo produz concreto com resistência mecânica média de 28,21 Mpa, não apresentando diferença significativa em relação ao traço de referência;

3 – O nível de inclusão de 10% se enquadra em valores de resistência de 17 Mpa utilizado em pré-moldados com concreto sem adição;

4- A inclusão de resíduo em níveis de 15 e 20% no concreto resultou em resistência inferior a 25 Mpa.

Sugere-se que em trabalhos futuros sejam feitas pesquisas para indicar quais artefatos poderão ser fabricados com teores de adição de pó da carapaça de 15 e 20%. Há uma grande variedade de artefatos pré-moldados que não necessitam de resistência elevada, como por exemplo, protetor de árvore, balaústre, decoração para o jardim (caminhos), entre outros, os quais, provavelmente, podem ser produzidos com os referidos níveis de inclusão. Outro aspecto interessante seria investigar a utilização dos resíduos gerados no beneficiamento do caranguejo-uçá sob forma de cinzas, com a intenção de atingir maiores níveis de inclusão sem comprometimento, significativo, da resistência mecânica.

#### **Referências**

Aiello, M. A., & Leuzzi, F. Waste tyre rubberized concrete: Properties at fresh and hardened state. *Waste Management* 30 (2010) 1696–1704.

Araújo, F. J. F., Aquino, M. D., Aquino, B. F., Bezerra, F, M. L., & Chagas Neto, F (2009). Aplicação do composto orgânico produzido a partir de caranguejo uçá *Ucides Cordatus Cordatus* no cultivo de feijão caupi *vigna unguiculata* (L.) Walp. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Brasília, DF, 6.3, 05 02 2010. Recuperado de < <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=276> >.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 5739: CONCRETO: Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994, 4p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 12655: CONCRETO: Preparo, Controle e Recebimento. Rio de Janeiro, 1996, 7p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 6474/2001. NM 23. CIMENTO PORTLAND. Determinação da Massa Específica. Rio de Janeiro, 2001, 7p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 5738: CONCRETO: Procedimento para Modelagem e Cura de Corpos-de-Prova. Rio de Janeiro, 2003, 6p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR NM 248. Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003, 6 p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR NM 53: Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2003, 15 p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 7211: Agregados para concreto: Especificação. Rio de Janeiro, 2009, 12p.

Bakiyalakshmi, S. V., Valli, V., & Swarnila, R. D. L. (2016). Isolation and Application of Chitin and Chitosan from Crab shell. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN: 2319-7706, pp. 91-99.

Barboza, D. V., da Silva, F. A., Motta, W. H., Meirinho, M. J., & Faria, A. do V. (2019). Application of Circular Economy in Civil. *Research, Society and Development*, 8(7), e9871102. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i7.1102>

Benchimol, R. L., Sutton, J. C., & Dias-Filho, M. B. (2006). Potencialidade da casca de caranguejo na redução da incidência de fusariose e na promoção do crescimento de mudas de pimenteira-do-reino. *Fitopatologia Brasileira* 31:180-184. 2006.

Brasil, Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Legislação para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, Brasília,: Mapa/ACS195 p.,2009.

Bravo, M., & Brito, J. (2011). Concrete made with used tyre aggregate: durability-related performance. *Journal of Cleaner Production* 25 (2012) 42e50.

Coelho Júnior, A. R., Gonçalves, B. B., Salomão, P. E. A., Costa Júnior, H., & Silva, I. G. da. (2018). Importance of management of solid waste in civil construction. *Research, Society and Development*, 7(10), e11710437. <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i10.437>.

Cruz, H. M. da, Barros, R. M., Santos, I. F. S. dos, & Tiago Filho, G. L. (2019). Study of the potential of generation of electric energy from the biogás of digestion anaerobia of food residues. *Research, Society and Development*, 8(5), e3785811. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i5.811>.

Ferreira, F. J., Amorim, A. V., Araujo, F. J. F., Lacerda, C. L., & Aquino, M. D (2010). Salinização do solo e desenvolvimento de meloeiro com a aplicação de resíduo de caranguejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 15(4), 359–364, 2011.

Garcez, M. R., Santos, T. & Gatto, D. A. (2013). Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos pré-moldados com adição de serragem em substituição ao agregado miúdo. *Ciência & Engenharia (Science & Engineering Journal)* 22 (2), 95 – 104.

Gonçalves, M. S., Facchi, D. P., Brandão, M. I., Bauer, M. & Paris Junior, O. (2014). Produção de mudas de alface e couve utilizando composto proveniente de resíduos agroindustriais. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 9(1), 216-224.

Lima, A. J. M., & Iwakiri, S. (2014). Utilização de resíduos da madeira de *Pinus* spp. como substituição ao agregado miúdo na produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural. *Ciência Florestal*, 24(1), 223-235. <https://dx.doi.org/10.5902/1980509813339>

Martins, A. B., Lopes, C. V., & Avelino, M. C. G. S. (2016). Reciclagem de óleos residuais de fritura: rotas para a reutilização. *Rev. Con. Eletrônica – T. Lagoas/MS*, 13(1).

Melotti, R., Santagata, E., Bassani, M., Salvo, M., & Rizzo, S. (2013). A preliminary investigation into the physical and chemical properties of biomass ashes used as aggregate fillers for bituminous mixtures. *Waste Management* 33 (2013) 1906–1917.

Mesquita, F. J. M., Ferreira, T. da S., Vieira, G. L., Fülber, H., & Ishihara, J. H. (2020). Bibliometric analysis of publications on concrete with waste reuse from the Web of Science database. *Research, Society and Development*, 9(9), e260996114. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6114>

Ministério Público Do Estado Do Pará; *Promotores estabelecem medidas para proibir comercialização da massa de caranguejo*. Agência de Notícias da Procuradoria Geral da Republica, Belém, 2009. Recuperado de <<http://www.mp.pa.gov.br>>.

Morais, M. H. L. de, Souza, W. M. de, & Ribeiro, A. J. A. (2020). Use of red ceramic waste as fine aggregate in concretes. *Research, Society and Development*, 9(7), e357974145. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4145>

Mulligan, J., Ellison, G., Levin, k., Lebling, k., & Rudee, A. (2020). Six Ways to Remove Carbon Pollution from the Sky. *World Resources Institute*. Recuperado de <https://www.wri.org>

Neff, R. A., Spiker, M. L., & Truant, P. L. (2015). Wasted food: US consumers' reported awareness, attitudes, and behaviors. *PLoS One* 10 e0127881.

Ogawa, M., Alves, T. T., Filho, R. B., Rodrigues, A. S., & Maia, E. L (1973). Industrialização do caranguejo uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus): II - Aproveitamento dos resíduos e carapaça . Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, 13(2), 83-89.

Oliveira, B. S., & Nunes, M. L (2011). Avaliação de quitosana de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) como biofilme protetor em caju. Scientia Plena. 7(4).

Partelow, S., Glaser, M., Solano Arce, S., Sá Leitão Barboza, R., & Schlüter, A. (2018). Mangroves, fishers, and the struggle for adaptive comanagement: applying the social-ecological systems framework to a marine extractive reserve (RESEX) in Brazil. *Ecology and Society* 23(3),19.

Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia- Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia- Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Quinn, H. C., Stringer, L. C., Berman, R. J., Le, H. T. V., Msuya, F. E., Pezzuti, J. C. B., & Orchard, S. E., (2017). Unpacking Changes in Mangrove Social-Ecological Systems: Lessons from Brazil, Zanzibar, and Vietnam. *Resources* 6, 14.

Ramos, M. O., & Ribeiro, S. C. A. (2019). Compostagem orgânica do resíduo de caranguejo-uçá no cultivo de coentro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento*. 14(2), 184-192, 2019.

Ranieri, M. G. A., Martins, M. A. de B., Capellato, P., Melo, M. de L. N. M., & Mello, A. da S. (2020). Possibility to use waste tire waste in the composition of mixtures for the manufacture of cement blocks. *Research, Society and Development*, 9(9), e69996773. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6773>.

Ribeiro, M. S., & Fernandes, M. E. B (2018). Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável. *Revista Inclusão Social*. Brasília, DF, 12(1), 134-140.

Rodrigues, C. R. S., & Fucale, S. (2014). Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo da construção civil. *Ambiente Construído*, 14(1), 99-111. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000100009>

Sales, A., & Lima, S. A. (2010). Use of Brazilian sugar cane bagasse ash in concrete as sand replacement. *Waste Management*. Versão *on-line*. doi: 10.1016/j.wasman. 2010.01.026. 2010.

Salomão, P. E. A., Malagute, L. S., Lorentz, L. P. A., & Paula, L. T. G. de. (2019). Reuse of residues generated by civil construction: a brief review. *Research, Society and Development*, 8(10), e268101366. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1366>

Santos, C. A. A. S., Lucena, M. S., Moraes, W. S., Silva, L. C., Silva, D. E. C., Serra, M. A. A. O & Filho, P. F. F. 2020. Composite material of mortar and polymer: a sustainable option for civil construction and reuse of waste tires in the city of Açailândia, Brazil. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-15, e538974591.

Santos, C. A., Bresan, D. da Silva. Ueno, G. D. S., Santos, K. C., Shitsuka, D. M., & Boghi, C. (2017). A model of management information system: competitive advantage in the process of reverse logistics of kitchen oil. *Research, Society and Development*, 4(1), 62.

Santos, J. T., Guimarães, J. C. S., Franco, A., Cordeiro, J., Alvarenga, C., Santos, C. I. F. dos, & Therezo, P. (2018). Organic Solid Waste: A Scientometric Analysis on the Use of Composting for Fertilizer Generation. *Research, Society and Development*, 7(12), e14712498. <https://doi.org/10.33448/rsd-v7i12.498>

Santos, S. F. dos, Moreira, L. de A., Gomes, C. L., Oliveira, R. M. de, Salles, P. V., & Silva Junior, L. A. (2019). Characterization of rich husk ash mineral addition to concrete. *Research, Society and Development*, 8(3), e2083727. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i3.727>

Silva, L. R. da, Gama, K. N. de C., Salles, P. V., & Braga, F. C. S. (2019). Concrete with rice husk ash and construction and demolition wastes. *Research, Society and Development*, 8(4), e2684861. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.861>

Soares, D. J., Moura Neto, L. G. de, Freitas Junior, E. M de., Alves, V. R., Costa, Z. R. T., Silva, E. M. da, and Nascimento, A. D. P. (2020). Development and characterization of a shake beverage produced from tropical fruit wastes. *Research, Society and Development*, 9 (4), e140942986. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2986>.

Sousa, W. L., Teófilo, E. M. D., Freitas, J. B. S., Oliveira, A. L. T., Sousa, P. Z., & Sales, R. O. (2016). Aplicação do composto orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) walp.). *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 10(2), 252 – 270.

Sousa, W. M., Ribeiro, A. J. A., Xavier, I. W. P., & Santos, M. V. (2019). resíduos de cerâmica vermelha como um material ambientalmente sustentável para uso na pavimentação. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*. Gesta, 7(2) – Souza, Ribeiro, Xavier et al., 202-213.

Souza, M. I., Segantini, A. S., & Pereira, J A. (2008). Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12(2), 205–212, 2008.

Tafarel, N. F., Macioski, G., De Carvalho, K. Q., Nagalli, A., Freitas, D. C., & Passig, F. H. (2016). Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 21(4), 974-986. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620160004.0090>

Valença, P. de M, A., Monteiro, A. K. C., Barbosa, C., Ávila, C. C. E. N., & Frota, C. A. (2020). Stone Matrix Asphalt (SMA) com Resíduos da Construção Civil e Fibra de Curauá (*Ananas erectifolius*). *Research, Society and Development*, 9 (8), e410985227. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5227>

Vieira, G., Molin, D. D., & Lima, F. Resistência e Durabilidade de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição. *Engenharia Civil UM*. n. 19, 2004.



Wildner, L. B. A., & Hillig, C. (2012). Reciclagem de óleo comestível e fabricação de sabão como instrumentos de educação ambiental. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170). 5(5), 813 – 824.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Andreza Lúcia Santiago Sombra Santos – 40%

Marileide Moraes Alves – 40%

Zélia Maria Nunes Pimentel 20%