

CATÁLOGO TÉCNICO 4

# AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE PISO INTERTRAVADO COM AGREGADO DA CONCHA DE SURURU



Arthur Amaral Batista Tenório  
Sheyla Karolina Justino Marques



INSTITUTO FEDERAL  
de Alagoas



TECNOLOGIAS  
Ambientais



**Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação  
Instituto Federal de Alagoas  
Campus Marechal Deodoro  
Biblioteca Dorival Apratto**

---

T312a

Tenório, Arthur Amaral Batista.

Avaliação da viabilidade técnica, econômica e ambiental da produção de piso intertravado com agregado da concha de sururu / Arthur Amaral Batista Tenório, Sheyla Karolina Justino Marques. – 2023.

20 f. : il., col.

30.0 megabytes (PDF)

Inclui bibliografia e figuras.

Catálogo Técnico – Produto Educacional gerado a partir da dissertação: Avaliação da viabilidade técnica, econômica e ambiental da produção de piso intertravado com agregado da concha de sururu (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2023.

1. Piso intertravado . 2. Concha de sururu. 3. Construção civil.  
4. Economia circular. I. Título. II. Marques, Sheyla Karolina Justino.

CDD: 620.1

---

**Maria Jôse Nascimento Leite Machado  
Bibliotecária – CRB 4/2125**



## CATÁLOGO TÉCNICO 4

# AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE PISO INTERTRAVADO COM AGREGADO DA CONCHA DE SURURU

© 2023 – Sistemas de Bibliotecas do Instituto Federal de Alagoas

**Reitor**

Carlos Guedes de Lacerda

**Pró-Reitora de Ensino**

Maria Cledilma Ferreira da Silva Costa

**Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação**

Eunice Palmeira da Silva

**Pró-Reitor de Extensão (PROEX)**

Gilberto da Cruz Gouveia Neto

**Pró-Reitor de Administração**

Heverton Lima de Andrade

**Pró-reitora de Desenvolvimento Institucional**

Carolina Mendonça de Moraes Duarte

**Coordenadora do Mestrado em Tecnologias Ambientais**

Sheyla Karolina Justino Marques

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS AO  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)  
Sistema de Bibliotecas (SIBI/IFAL)

## ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	04
INTRODUÇÃO	05
MATERIAIS E MÉTODOS	06
RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	18

## SUMÁRIO EXECUTIVO

Este catálogo apresenta os principais resultados e conclusões do estudo que avaliou a viabilidade de utilizar conchas de Sururu (*Mytella falcata*) como substituto do agregado miúdo no concreto para piso intertravado. O objetivo principal foi buscar uma abordagem sustentável, considerando aspectos técnicos, econômicos e ambientais.

Para alcançar esse objetivo, foram conduzidos testes laboratoriais para avaliar as propriedades físicas e mecânicas das conchas, bem como análises comparativas de custos e estimativas do ciclo de vida. O estudo teve como foco promover práticas energéticas na construção civil, valorizando resíduos e adotando princípios da Economia Circular.

A metodologia empregada foi dividida em três etapas distintas. Na primeira etapa, realizou-se a caracterização das conchas, com análises físico-químicas, incluindo Análise Granulométrica, Análise Química por Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TG).

Na segunda etapa, definiu-se o traço do concreto para o piso intertravado, levando em consideração o desempenho desejado. O traço calculado em massa foi de 1:0,77:2,33:1,11:0,43 (cimento: areia: pó de brita: brita 0: água). Além disso, foram investigadas diferentes composições de substituição do agregado miúdo, variando de 2,5% a 10,0%.

Por fim, na terceira etapa, foram realizados os ensaios laboratoriais com as unidades amostrais para mensurar as propriedades físicas do piso intertravado. Foram avaliados os ensaios de resistência à compressão e absorção de água.

Os resultados obtidos demonstraram a relevância do estudo no desenvolvimento de novos materiais técnicos para o mercado de piso intertravado. A incorporação dos grãos de concha de Sururu mostrou-se viável e promissora, com potencial para reduzir a demanda por agregados naturais e valorizar o subproduto da cadeia extrativista.

Essa abordagem sustentável não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também apresenta benefícios econômicos, especialmente ao considerar a utilização dos grãos de Sururu ensacados. A comercialização desse subproduto pode gerar receita adicional e promover o desenvolvimento econômico local.

Em conclusão, o estudo destacou a viabilidade técnica, econômica e ambiental da substituição parcial da areia por grãos de Sururu na confecção de pisos intertravados. A pesquisa contribuiu para o avanço do conhecimento e abriu caminho para novas possibilidades na indústria da construção civil, valorizando subprodutos e promovendo a sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), localizado em Alagoas, Brasil, abriga as lagoas Mundaú e Manguaba, sendo uma área de grande importância ecológica e econômica. O Sururu, um molusco bivalve encontrado nessa região, é amplamente consumido e possui relevância cultural e gastronômica (COUTINHO, 2014). No entanto, o descarte inadequado das conchas de Sururu gera problemas ambientais e de saúde pública. Nesse contexto, a fabricação de piso intertravado utilizando os grãos de Sururu como substituto do agregado miúdo surge como uma solução sustentável e viável.

Este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental dessa substituição. Além de reduzir os impactos ambientais, a produção desse tipo de piso pode gerar emprego e renda para as comunidades locais. Ao adotar uma abordagem de Economia Circular, que busca a reutilização de subprodutos, é possível promover a integração entre aspectos socioambientais e econômicos.

### SURURU (*Mytella falcata*)

O Sururu é um molusco bivalve encontrado na costa da América, com valvas comprimidas e protegidas por duas conchas. Ele faz parte da classe Bivalvia e é conhecido por formar colônias aderindo a substratos através do bisso. Sua presença é importante como bioindicador de metais e poluentes na água (ALMEIDA, 2014). No Brasil, o Sururu é encontrado principalmente na região Nordeste, especialmente em Alagoas e Pernambuco, onde é consumido e tem relevância socioeconômica. A sobrepesca e a degradação ambiental são ameaças para a espécie, exigindo medidas de gestão pesqueira e conservação. O CELMM é um ecossistema costeiro diversificado em Alagoas, com lagoas e estuários interligados. Cerca de 5.000 pescadores dependem da pesca do Sururu na região. Compreender os aspectos socioeconômicos é fundamental para desenvolver políticas sustentáveis. A cadeia produtiva do Sururu apresenta desafios, como a falta de um modelo circular e a geração excessiva de subprodutos, que poluem o ambiente. Medidas sustentáveis são necessárias para conservar a espécie e promover a qualidade de vida das comunidades pesqueiras (TAMANO, 2015).

Figura 1 - Sururu *Mytella falcata*



Fonte: Coutinho, 2014.

## PISO INTERTRAVADO

De acordo com a NBR 9781 - Peças de concreto para pavimentação-Especificação e métodos de ensaio (ABNT, 2013), o pavimento intertravado é um tipo de pavimentação rígida composta por blocos de concreto sobre uma base ou base e sub-base. O intertravamento dos blocos é garantido por meio de juntas preenchidas com material de rejunte, conforme especificado nas normas técnicas.

A estrutura típica do pavimento intertravado é composta por camadas de base, sub-base, subleito e revestimento em blocos de concreto assentados sobre uma camada de areia. A contenção lateral, como meios-fios, impede a deflexão dos blocos, enquanto a areia de vedação transfere forças entre os blocos e permite sua resistência às cargas. A utilização de subprodutos na fabricação dos blocos intertravados tem sido estudada, demonstrando que é possível produzir blocos com resistência adequada utilizando materiais alternativos. O pavimento intertravado apresenta diversas vantagens, como facilidade de implantação, utilização de equipamentos de pequeno porte, facilidade de manutenção e reutilização, além de contribuir para o conforto térmico e sustentabilidade (AMADEI, 2011).

A composição do piso intertravado envolve o uso de cimento, agregados, água e aditivos, sendo o cimento CP V amplamente utilizado devido à sua resistência mecânica e durabilidade. A areia, o pó de brita e a brita 0 são componentes essenciais na produção dos blocos, sendo que a granulometria adequada desses materiais é importante para garantir a estabilidade e resistência do pavimento. A dosagem correta dos materiais é fundamental para obter um concreto de qualidade.

**Figura 2** - Blocos de concreto intertravado ou pavers

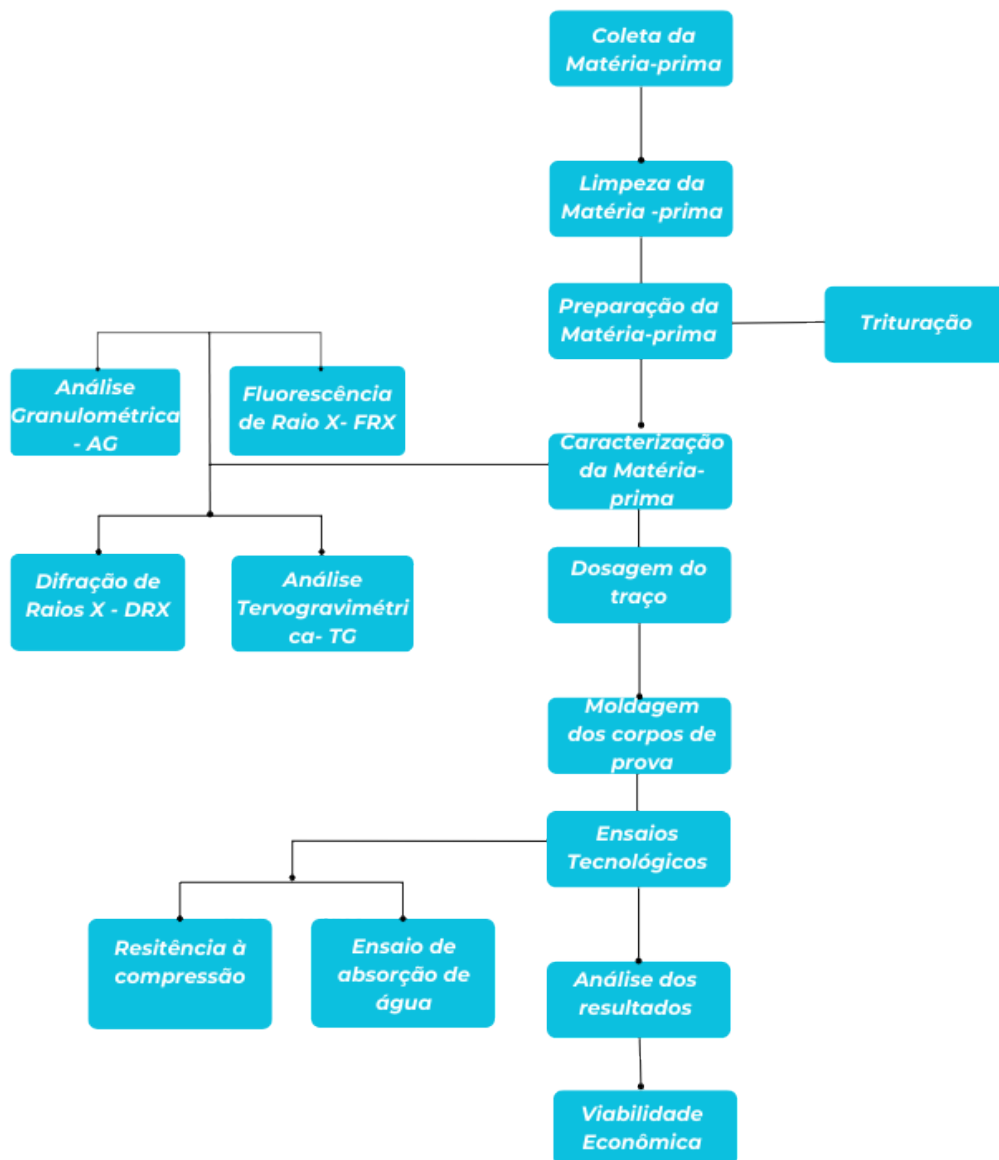


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter o produto deste estudo, foi essencial compreender as características da concha do Sururu e analisar sua possível utilização na produção de concreto permeável. O Fluxograma do procedimento experimental, mostrado na Figura 1, ilustra o caminho percorrido até a execução do produto, incluindo os ensaios tecnológicos necessários.

**Figura 3 - Fluxograma do Procedimento Experimental**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A primeira etapa da pesquisa correspondeu à fase de caracterização das conchas de Sururu. Esta etapa contemplou os processos de coleta, limpeza e trituração das conchas, para submissão às análises: Análise Granulométrica, análise química por Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e análise Termogravimétrica (TG), a fim de conhecer as composições físico-químicas do subproduto.

Na segunda etapa foram realizados o planejamento, estudo do traço e execução dos processos de desenvolvimento do piso intertravado como: determinação das dosagens, relação água/cimento, granulometrias, percentuais de substituição da areia por grãos das conchas de Sururu para preparação do concreto e, por fim, a moldagem dos corpos de provas para realização dos ensaios laboratoriais.

Na terceira fase, conduzimos ensaios laboratoriais nas unidades amostrais para quantificar propriedades físicas do produto em análise, como a resistência mecânica à compressão e o ensaio de absorção de água. Por fim, procederemos à análise e discussão das correlações identificadas nos resultados, culminando na investigação da viabilidade econômica do estudo.

## Coleta da Matéria-Prima

A coleta das conchas de Sururu foi realizada na comunidade pesqueira do Vergel, na cidade de Maceió, Alagoas, durante o mês de setembro de 2022. Após a coleta, a matéria-prima foi transportada para o Laboratório de Materiais de Construção Civil do Ifal - campus Palmeira dos Índios para passar pelas etapas de higienização, secagem e moagem presentes nas conchas.

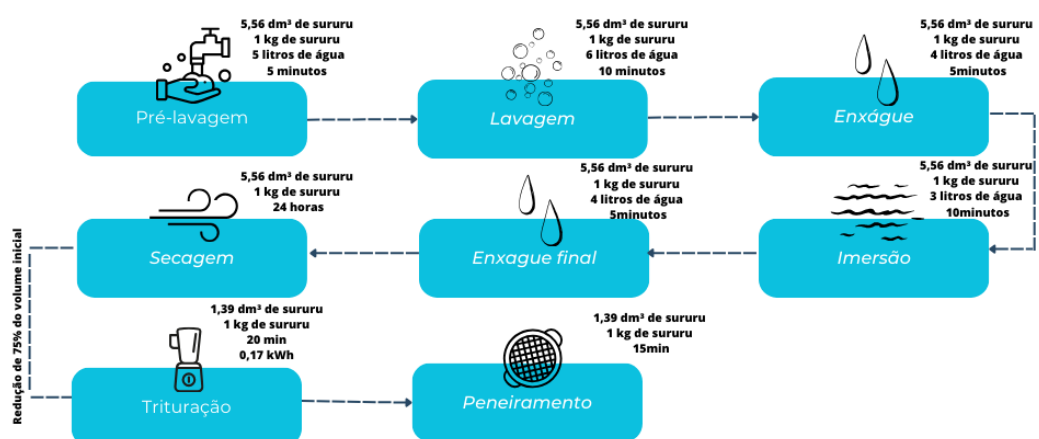
## Limpeza e Higienização das Conchas

O processo de preparação das conchas coletadas incluiu etapas de limpeza e higienização para garantir a segurança do subproduto. Foram seguidas as etapas sugeridas por Menezes (2019), que envolveram a pré-lavagem, lavagem com água e sabão, enxágue, imersão em solução sanitizante e enxágue final. Esse processo assegurou a eliminação de impurezas e microrganismos

## Trituração das Conchas

Para realizar as análises físico-químicas das conchas de Sururu, foi necessário triturar uma porção da amostra. Esse processo de trituração foi realizado com o auxílio de liquidificador comum da marca Arno, que possibilitou a moagem das conchas em grãos menores, semelhantes ao tamanho de grãos de areia. Durante o processo de trituração, o volume do subproduto reduziu significativamente, de aproximadamente  $5,56 \text{ dm}^3$  para  $1,39 \text{ dm}^3$ . No entanto, a trituração resultou em uma granulometria não homogênea, o que exigiu uma etapa posterior de peneiramento para padronização do tamanho dos grãos.

**Figura 4 – Trituração da concha de Sururu em liquidificador comum.**



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Menezes (2019), 2023.

## Caracterização do Subproduto

O subproduto derivado das conchas de Sururu passou por diversas análises técnicas para sua caracterização. As técnicas utilizadas foram:

- Análise Granulométrica (AG): para avaliar a distribuição do tamanho dos grãos do subproduto.

- Análise Química por Fluorescência de Raios X (FRX): para identificar os elementos químicos presentes nas conchas.

- Análise Mineralógica por Difração de Raios X (DRX): para identificar os minerais presentes nas conchas.

- Análise Termogravimétrica (TG): para estudar as variações de massa do subproduto sob diferentes temperaturas e analisar sua estabilidade térmica.

Essas análises permitiram avaliar as propriedades do subproduto e selecionar os materiais adequados para atender às solicitações exigidas no processo. A caracterização é uma etapa de grande relevância para a Engenharia e Ciência de Materiais, pois fornece informações fundamentais para o desenvolvimento e otimização de produtos e processos industriais.

### Análise Granulométrica

A análise granulométrica teve como objetivo determinar a distribuição dos grãos do agregado, identificando o percentual retido em cada faixa especificada por peneiramento. O método de peneiramento foi utilizado na análise dos grãos de concha de Sururu, bem como da areia e do pó de brita utilizados no concreto. A norma ABNT NBR 7181 (2016) foi seguida rigorosamente durante o ensaio.

### Análise Química por Fluorescência de Raios X (FRX)

A técnica de Fluorescência de Raios X (FRX) foi empregada para determinar a composição química dos grãos de concha de Sururu. Essa análise é essencial para compreender as propriedades e comportamentos do material e identificar a proporção dos elementos presentes.

A análise foi realizada no equipamento EDX-720 da marca Shimadzu, seguindo o método semiquantitativo e foi feita a análise de Difração de Raios X (DRX) para identificar as fases cristalinas.

### Difração de Raios X (DRX)

A análise de Difração de Raios X (DRX) permitiu conhecer a estrutura cristalina dos grãos de concha de Sururu e classificar seu estado (cristalino ou amorfo). A amostra selecionada para o DRX teve granulometria inferior a 0,075 mm, o que possibilitou identificar os minerais presentes na disposição cristalina e fornecer informações importantes sobre a estrutura da amostra.

### Análise Termogravimétrica (TG)

A Análise Termogravimétrica (TG) consiste em registrar a perda de massa da amostra submetida a faixas de temperatura. Com base nos resultados obtidos, foi possível compreender o comportamento do grão de Sururu durante a decomposição térmica e identificar as faixas de temperatura em que a decomposição é mais acentuada, principalmente acima de 1000°C. A análise termogravimétrica permitiu investigar a estabilidade térmica do grão de Sururu em diferentes condições de armazenamento e avaliar sua viabilidade como matéria-prima para produção de material de construção.

## Dosagem do Traço

A dosagem do traço foi realizada após a caracterização do subproduto e definição dos traços de substituição a serem utilizados na confecção dos corpos de prova e piso intertravado. Utilizando o método da curva ABCP, estabeleceu-se o traço de referência para o concreto convencional. A dosagem considerou o subproduto como substituto parcial da areia na composição do concreto. Ao definir o traço do concreto, foi estabelecida uma proporção em massa de 1:2,33:0,37:2,00:0,43 (cimento: areia: pó de brita: brita 0: água) e investigado várias composições de substituição da areia, variando de 2,5% a 10,0%.

Utilizando o método da curva ABCP, estabeleceu-se o traço de referência para o concreto convencional. A dosagem considerou o subproduto como substituto parcial da areia na composição do concreto. Ao definir o traço do concreto, foi estabelecida uma proporção em massa de 1:2,33:0,37:2,00:0,43 (cimento: areia: pó de brita: brita 0: água) e investigado várias composições de substituição da areia, variando de 2,5% a 10,0%.

## Moldagem dos Corpos de Prova

Para a preparação dos corpos de prova, utilizou-se a betoneira e seguiram-se as recomendações da ABNT NBR 5738(2015). Os corpos de prova foram moldados com dimensões padronizadas de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Foram confeccionados 15 corpos de prova a partir das cinco formulações, incluindo o traço de referência, para garantir a representatividade dos resultados.

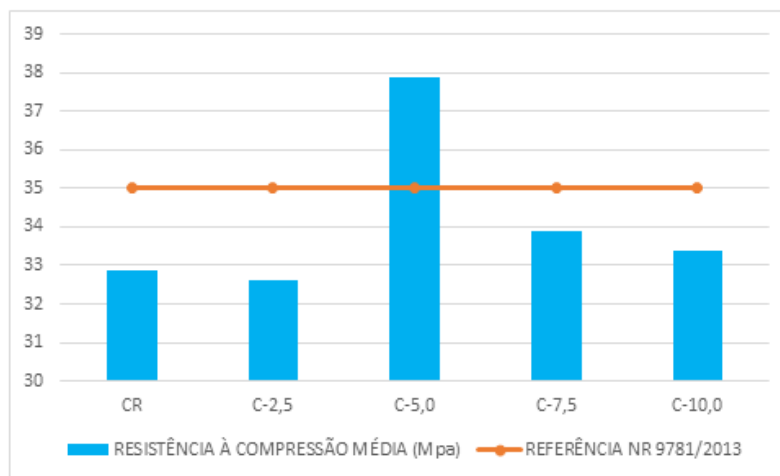
# ENSAIOS TECNOLÓGICOS

## Ensaio Mecânico de Resistência à Compressão

O ensaio mecânico de resistência à compressão é fundamental para dimensionar e controlar a qualidade do concreto. Foi utilizado para avaliar a capacidade do material em suportar cargas aplicadas perpendicularmente à sua superfície. O ensaio foi realizado seguindo os parâmetros recomendados pela ABNT NBR 9781(2013) e executado na prensa hidráulica do Laboratório de Materiais do Ifal. Esse ensaio permite determinar a carga máxima que o bloco de piso intertravado pode suportar antes de se romper, garantindo sua eficiência e segurança em uso.

O gráfico 1, mostra que apesar dessas variações, constatou-se que mesmo com as reduções observadas na resistência à compressão nas formulações com substituição de areia por grãos de concha de Sururu, os valores médios permaneceram dentro das classes superiores estabelecidas pelo padrão normativo vigente. Isso sugere que a formulação C-5,0, em particular, apresentou desempenho adequado para diversas aplicações em pisos intertravados, superando os requisitos normativos e reforçando a viabilidade técnica do uso da concha de Sururu em pisos intertravados.

**Gráfico 1 – Análise Termogravimétrica da amostra da concha de Sururu triturada**

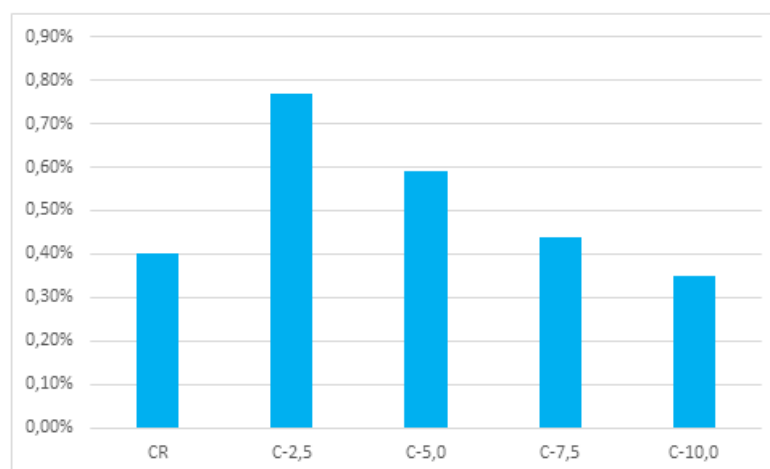


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### Ensaio de absorção de água

O ensaio de absorção de água em concreto desempenha um papel crucial na avaliação das características de porosidade e permeabilidade do material, especialmente em estudos que envolvem a substituição parcial da areia por grãos de concha de Sururu no desenvolvimento de pisos intertravados. Esse ensaio fornece informações essenciais sobre a capacidade do concreto de absorver água, o que influencia diretamente sua manutenção, resistência e desempenho em diferentes ambientes. De acordo com a norma ABNT NBR 9781/2013, que rege a fabricação de peças de concreto para pavimentação, é necessário que as amostras apresentem uma absorção média de água não superior a 6%, com nenhum valor individual acima de 7%. Ao seguir essas diretrizes e realizar o ensaio conforme as normas estabelecidas, é possível compreender como a substituição de materiais afeta as propriedades do concreto, contribuindo significativamente para a avaliação de sua viabilidade em aplicações práticas, com base em evidências científicas sólidas (MONTEIRO, 2021).

**Gráfico 2 – Resultados do ensaio de absorção de água**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados apresentados no gráfico 2, revelam a consonância das formulações C2,5, C5, C7,5 e C10, nas quais ocorreram substituições parciais da areia por grãos de concha de Sururu,

com os padrões normativos. A observação de uma absorção de água consistentemente inferior a 6% em todas as formulações destacou não apenas a adequação às diretrizes da ABNT NBR 9781, mas também sinaliza a eficácia da incorporação dos grãos de concha de Sururu na otimização da porosidade do concreto. Segundo Batista et al. (2009), a tendência de redução na absorção de água, ancorada na maior porosidade intrínseca dos grãos de concha de Sururu, aponta para o potencial aumento na durabilidade e resistência das peças de concreto em ambientes de pavimentação.

## Viabilidade Econômica

A estratégia econômica para comercializar conchas de Sururu como um agregado alternativo na indústria da construção é baseada em casos de sucesso de produtos similares. Conforme Batista et al. (2009), conchas de ostras e mexilhões obtiveram um bom desempenho para serem usadas na produção de blocos de concreto e pavimentos, mostrando resultados promissores como alternativa sustentável para aproveitar resíduos da maricultura.

A comercialização das conchas de Sururu como agregados abre perspectivas econômicas e sustentáveis, proporcionando uma alternativa inovadora e ecológica à areia. Durante o período de maio a julho de 2023, uma análise foi realizada ao consultar fornecedores de areia em Palmeira dos Índios-AL, revelando que o preço médio do metro cúbico da areia é cerca de R\$ 60,00, com uma massa específica de 1200 Kg/m<sup>3</sup>.

Em resumo, com estratégias de preços competitivos, controle de qualidade e compromisso com a sustentabilidade, a perspectiva econômica das conchas de Sururu na indústria da construção é promissora.

**Tabela 1** – Características da areia comercializada na cidade de Palmeira dos Índios-AL

PESO ESPECÍFICO DA AREIA	1200 Kg/m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup>	R\$60,00
1 kg	R\$0,05

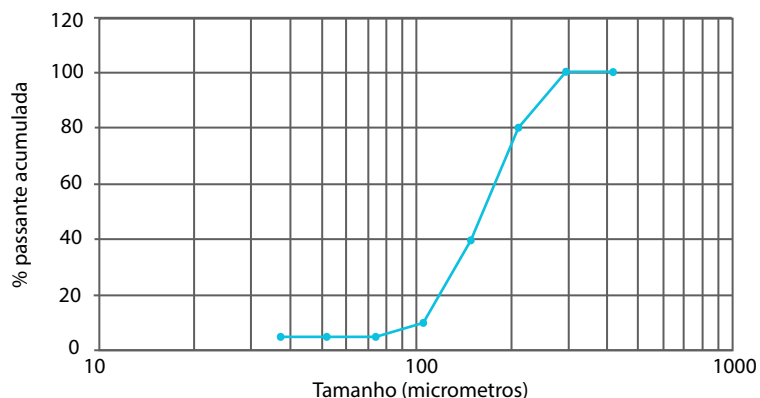
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise Granulométrica

A curva granulométrica das conchas de Sururu trituradas (Gráfico 3) mostrou que a maioria das partículas apresenta tamanho na faixa de 0,30 a 0,60 mm. Isso indica que o peneiramento realizado após a trituração foi eficaz em padronizar a granulometria das partículas, separando o material em grãos de tamanho médio, conforme mencionado anteriormente.

**Gráfico 3 - Análise granulométrica da concha do Sururu**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

### Análise Química por Fluorescência de Raios X (FRX)

Observa-se na Tabela 2 que o Cálcio (Ca) é o elemento majoritário, apresentando concentração de aproximadamente 90,25% dos minerais contidos na amostra e é encontrado, principalmente, na forma de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Tabela 2 - Análise de Fluorescência de Raios X da concha de Sururu triturada**

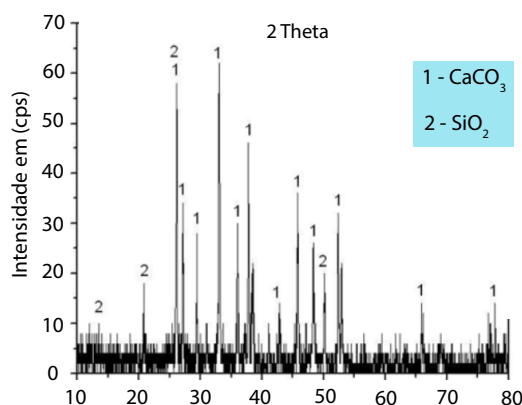
ÓXIDOS (%)	Ca	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	SrO	$\text{SO}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Sc}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	MnO	CuO
	90,25	3,62	2,41	1,4	0,78	0,56	0,46	0,28	0,15	0,07	0,02

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### Difração de Raios X (DRX)

Foi possível observar a presença de dois picos principais: um correspondente ao carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e outro ao dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ). O pico referente ao  $\text{CaCO}_3$  é característico da concha de Sururu, uma vez que essa substância é o principal componente químico presente nesse material.

**Gráfico 4 - Análise de DRX da amostra da concha de Sururu triturada**

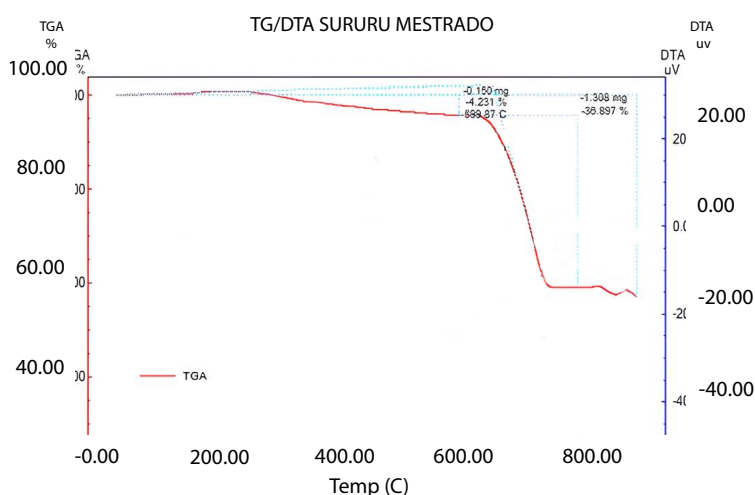


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

## Análise Termogravimétrica (TG)

O gráfico 5 apresenta a curva termogravimétrica da concha de Sururu após processo de moagem. O resultado obtido mostrou que houve perda de massa de cerca de 4,23% quando a amostra foi mantida na faixa de temperatura de 200 - 600°C. O aumento da temperatura para a faixa entre 600°C e 700°C resultou em redução de 36,89% do total da massa.

**Gráfico 5 - Análise Termoqravimétrica da amostra da concha de Sururu triturada**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

## Ensaio Mecânico de Resistência à Compressão

Ao analisar os resultados na Tabela 3, destaca-se que a formulação C-5,0 demonstrou uma resistência superior à norma de piso estipulada em 35 MPa. Com um valor médio de resistência à compressão de 37,87 MPa, a formulação C-5,0 excede os requisitos mínimos da norma. Por outro lado, as formulações C-2,5, C-7,5 e C-10 apresentaram valores médios de resistência de 32,63 MPa, 33,88 MPa e 33,37 MPa, respectivamente.

**Tabela 3 - Resultados dos ensaios de resistência à compressão**

FORMULAÇÃO	RESISTÊNCIA 28 DIAS (Mpa)	Média (Mpa)
CR	I 34,16	32,89
	II 31,4	
	III 33,1	
C-2,5	I 30,76	32,63
	II 34,5	
	III 32,63	
C-5,0	I 37,87	37,87
	II 35,02	
	III 40,71	
C-7,5	I 33,66	33,88
	II 34,04	
	III 33,93	

C-10,0	I	33,52	33,37
	II	34,84	
	III	32,74	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

**Tabela 4** - Resultados do ensaio de absorção de água

FORMULAÇÃO		PESO ÚMIDO (g)	PESO SECO (g)	VARIAÇÃO (%)	VARIAÇÃO MÉDIA (%)
CR	I	3649,40	3633,60	0,43%	0,40%
	II	3619,30	3604,40	0,41%	
	III	3698,40	3685,30	0,35%	
C-2,5	I	3721,40	3692,00	0,79%	0,77%
	II	3772,20	3744,00	0,75%	
	III	3773,20	3744,00	0,77%	
C-5,0	I	3573,40	3547,60	0,72%	0,59%
	II	3600,90	3578,50	0,62%	
	III	3595,00	3579,50	0,43%	
C-7,5	I	3599,50	3589,70	0,27%	0,44%
	II	3523,60	3505,10	0,53%	
	III	3605,60	3586,90	0,52%	
C-10,0	I	3611,70	3599,40	0,34%	0,35%
	II	3698,70	3687,60	0,30%	
	III	3687,70	3672,50	0,41%	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### Viabilidade Econômica

Com base nos resultados de resistência à compressão, a formulação que substituiu em 5% o agregado miúdo por grãos da concha de Sururu apresentou desempenho superior às demais formulações. Esses resultados indicam que essa formulação específica possui propriedades mecânicas mais propícias em comparação com as demais. A partir dessa formulação otimizada, foi possível realizar a análise mercadológica para avaliar a previsão e o potencial desse produto no mercado, como exemplifica a figura 5, a seguir.

A Figura 5 delinea as etapas para compreensão da comercialização. Na primeira fase, são apresentados os detalhes em quilos de cada insumo necessários para a fabricação de um bloco de piso intertravado, utilizando o traço do concreto descrito na metodologia deste trabalho, com as substituições que demonstraram um melhor desempenho mecânico: a substituição de 5% da areia por grãos da concha de sururu. A segunda etapa aborda a quantidade de blocos intertravados necessários para a execução de 1 m<sup>2</sup> de piso, uma vez que a comercialização desse piso ocorre por área quadrada. Nessa etapa, também é apresentado o rendimento de 50 kg de grãos de sururu na confecção do piso intertravado, considerando a proposta deste trabalho de comercialização em sacos de 50 kg. Na última etapa da figura, referente à comercialização, são comparados aos preços de venda dos grãos de sururu com base nos valores praticados para a areia na cidade de Palmeira dos Índios-AL, conforme a Tabela 5 deste trabalho.

**Figura 5 – Análise mercadológica da comercialização dos grãos de Sururu**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## CONCLUSÃO

A utilização de subprodutos na produção de materiais de construção é prática cada vez mais comum, buscando a transição para a Economia Circular. Nesse contexto, a aplicação dos grãos da concha de Sururu torna-se possibilidade para esse cenário de fechamento de ciclo. É importante destacar que este estudo se encontra em fase de desenvolvimento, tendo como primeira etapa a caracterização do subproduto do Sururu por meio de ensaios físico-químicos. Os resultados obtidos até o momento fornecem dados satisfatórios para aplicação do subproduto.

A curva granulométrica das conchas de Sururu trituradas permitiu a caracterização da distribuição do tamanho dos grãos, sendo informação relevante para a produção de materiais de construção e para possíveis aplicações em outras áreas em substituição do agregado miúdo.

Os resultados do ensaio FRX mostraram que o cálcio foi o elemento majoritário, com concentração de aproximadamente 90,25%. O ensaio DRX revelou que o pico referente ao  $\text{CaCO}_3$  é característico da concha de Sururu, enquanto o pico de  $\text{SiO}_2$  sugeriu a presença de impurezas ou contaminantes na amostra.

Já a análise termogravimétrica mostrou que houve perda de massa de cerca de 4,23% quando a amostra foi mantida na faixa de temperatura de 200 - 600°C, devido à desidratação dos compostos orgânicos presentes na amostra. O aumento da temperatura para a faixa entre 600°C e 700°C resultou em redução de 36,89% do total da massa, indicando que essa é a faixa de temperatura de decomposição térmica. A TG permitiu verificar a estabilidade térmica do subproduto, indicando que ele pode ser submetido a altas temperaturas durante o processo de produção do piso intertravado sem que ocorra a degradação do material.

No que concerne à resistência, foi constatado que as formulações C2,5, C5, C7,5 e C10 demonstraram uma resistência média de 32,83 MPa, 37,87 MPa, 33,88 MPa e 33,37 MPa, respectivamente. Estes resultados contrariam as conclusões de Silva (2019), que identificou redução na resistência ao considerar a substituição parcial da areia por concha de Sururu. Portanto, é relevante destacar que a formulação C5 atendeu plenamente aos requisitos técnicos estabelecidos pela norma reguladora dos pavimentos de concreto, corroborando assim a viabilidade do uso de concreto com substituição parcial do agregado. Em relação ao ensaio de absorção de água, observou-se que as formulações C2,5, C5, C7,5 e C10 exibiram variações de apenas 0,77%, 0,59%, 0,44%

Diante disso, pode-se concluir que o material caracterizado neste trabalho apresenta potencial para ser utilizado como substituto parcial da areia na produção de piso intertravado, contribuindo para a redução do subproduto gerado na cadeia extrativista do Sururu e o aproveitamento desse insumo na indústria da construção civil. e 0,35%, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Tiago A. de, RODRIGUES, Fernando F., ROCHA, Glaucia O., OLIVEIRA, Yara de F. Caracterização física e química da concha de Sururu (*Mytella guyanensis*) e sua potencial aplicação na obtenção de pó calcário para uso em argamassas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1139-1144, nov. 2014.

AMADEI, D. I. B. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação produzidos com resíduos de construção e demolição do município de Juranda/PR. Universidade Estadual de Maringá, 2011.

\_\_\_\_\_. NBR 7181:1984 - Concreto - Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos, Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. NBR 5738:2016 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. NBR 9781:2013 - Peças de concreto para pavimentação-Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

COUTINHO, Mauro Knupfer *et al.* A Cada Lata: A Extração do Sururu na Lagoa Mundaú – AlagoasZ. Cooperação Brasil-Espanha para o desenvolvimento de Alagoas. Brasília: labs, 2014.

MENEZES, R.C. Desenvolvimento de argamassa de assentamento e revestimento com conchas de Sururu descartadas do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Maguaba. 2019. 77 f. (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2019.

MONTEIRO, J. A., SOUZA, T. P., FERREIRA, M. T. C., GUERRA, V. S. C., BEZERRA, M. S. S., & CARVALHO, T. S. (2021). Desenvolvimento de um bloco de pavimento interligado sustentável usando resíduos do processamento de concha de mexilhão. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127983.

TAMANO, L.T. O. *et al.*, Socioeconomia e saúde dos pescadores de *Mytella falcata* da Lagoa Mundaú, Maceió-AL. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 10, p. 699-710, 2015.

