



## APROVEITAMENTO DO PÓ DE CONCHAS DE MARISCOS NA CONFEÇÃO DE CONCRETO

### ARTIGO ORIGINAL

ARAÚJO, Wendel Melo Prudêncio de<sup>1</sup>, SILVA, Rayssy Jardanny Miranda da<sup>2</sup>, ARAUJO, Paloma Thayná<sup>3</sup>, SOUSA, Suzana Danta<sup>4</sup>, FERREIRA, Diego Silva<sup>5</sup>

ARAÚJO, Wendel Melo Prudêncio de. Et al. **Aproveitamento do pó de conchas de mariscos na confecção de concreto.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 07, Vol. 02, pp. 119-133. Julho de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/po-de-conchas>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/po-de-conchas

### RESUMO

As jazidas de areia natural, oriundas dos leitos dos rios, são exploradas para realização das atividades desenvolvidas no setor da construção civil. A extração desordenada deste recurso pode desencadear impactos ambientais que acarretará escassez do material, impulsionando o desenvolvimento de pesquisas que buscam substituir a areia natural como agregado miúdo. Diante deste contexto, o presente artigo tem como questão norteadora: Seria possível substituir a areia por pó de conchas de mariscos na produção de concreto? Assim, o objetivo do estudo foi analisar a viabilidade técnica da substituição da areia por pó de conchas de mariscos na produção de concreto. O pó das conchas de mariscos, foi coletado na associação de mariscadores de Luís Correia – PI, onde com o auxílio da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco) foi feito o tritramento das conchas de moluscos através de uma forrageira a qual fragmenta-as deixando como pó. Foram moldados 30 (trinta) corpos de provas cilíndricas, sendo 05 (cinco) convencionais, e 25 (vinte e cinco) produzidos com adições incorporadas do material variando de 5 a 25% em substituição a areia. Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de compressão simples, absorção de água por imersão e índice de vazios, além disso foi verificada a consistência dos concretos produzidos bem como a granulometria do pó de conchas de moluscos. Os resultados determinaram que a variação na concentração de pó de marisco como substituição da areia como agregado miúdo no concreto, melhora suas propriedades físicas e mecânicas até uma concentração de 20% de pó de marisco, ou seja, o material se demonstrou viável tecnicamente para as melhorias das propriedades do concreto.

Palavras-chave: Sustentável, Conchas de mariscos, Construção civil.



## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante setor econômico brasileiro, mas, realizado de forma irregular, causa impactos ambientais que poderiam ser evitados. Para todo serviço realizado em uma obra (por exemplo concretagem, fundação e acabamento) são produzidos resíduos sólidos que poderiam ser reduzidos e reaproveitados (VECHI, 2016).

Além de gerar grandes quantidades de resíduos, ela necessita de uma elevada demanda de energia, e consome uma grande quantidade de materiais não renováveis. A extração de matéria-prima provoca uma considerável degradação à natureza, em alguns casos danos irreversíveis e ocasionando prejuízos do ponto de vista econômico e social. Dessa forma, surgindo a necessidade de preocupação sobre a preservação do meio ambiente (CARVALHO, 2006).

A indústria da construção civil absorve cerca de 75% dos recursos naturais produzidos em todo o mundo (PINTO, 1999). Os produtos mais utilizados nas obras são os cimentos e os agregados. Os agregados miúdos têm elevada importância por proporcionarem ao concreto uma melhor qualidade, sendo o mais usual a areia natural. Porém diante a demanda por esse material ele tem se tornado cada vez mais escasso e, conseqüentemente, aumentando seu valor e o do concreto (SILVA; DEMETRIO; DEMETRIO, 2015).

Vários são os motivos que corroboram para a escassez dos agregados miúdos nos grandes centros urbanos. Dentre eles, está o impacto ambiental gerado pela exploração de forma desordenada das jazidas, desencadeando graves problemas ambientais, não permitindo a recomposição do local explorado. Considerando ainda, que com o crescimento urbano as áreas de extração de areia vêm sendo ocupadas, conduzindo a sua exploração para áreas cada vez mais distantes dos centros urbanos, e assim, onerando mais ainda os custos com transporte e operação. Dessa forma, buscam-se alternativas, por meio técnico, de substituição total ou parcial dos agregados miúdos (BUEST; SILVA; CAMPITELI, 2005).



Assim, o processo de incorporação de resíduos sólidos na indústria de produtos para a construção civil se mostra como uma realidade admissível, necessária, viável e econômica, pois reflete de forma direta na diminuição de recursos naturais não renováveis da natureza, utilizando a reciclagem e aumentando a perspectiva de vida das pessoas e do planeta (LUCAS; BENATTI, 2008).

No litoral do Piauí, a mariscagem é uma atividade comum entre as famílias ribeirinhas, que é uma prática para subsistência e para comercialização (FREITAS et al., 2012). Essa atividade gera como resíduo as cascas de mariscos as quais após retirada da sua carne são descartados nem sempre de forma correta, tornando-os um problema ambiental, já que se depositado em terrenos baldios podem atrair roedores e insetos, o que acaba gerando e disseminando doenças infecciosas, e gerando mau cheiro por conta da decomposição do material, se depositados no fundo do mar podem provocar a assoreação, impedindo a circulação de água e prejudicando a atividade de mariscagem (BATISTA et al., 2008).

O principal componente das cascas de marisco é o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Que é um mineral com uma ampla variedade de uso, comum em produtos das mais variadas aplicações, desde materiais de construção à produção de alimentos; tratamento de água; indústria farmacêutica; agricultura (SANTOS et al., 2017).

Pesquisadores da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) desenvolveram estudos e comprovaram a viabilidade da utilização de cascas de moluscos na produção de blocos de concreto e de blocos para pavimentação. Após obtidas as cascas de moluscos, estas passaram por um processo de lavagem e, em seguida, foram expostas ao sol para secagem. Posteriormente, elas foram trituradas, separadas de acordo com a granulometria e misturadas aos agregados, e confeccionados blocos de pavimentos com diferentes tipos de incorporações de pó de marisco. Esses blocos passaram por testes de absorção de água e resistência à compressão, obtendo resultados aceitáveis pelas normas da ABNT (CHIERIGHINI et al., 2011). Diante deste contexto, o presente artigo tem como questão norteadora: Seria possível substituir a areia por pó de conchas de mariscos na produção de concreto?



Dessa forma, observando a gama de variedades de uso do carbonato de cálcio, principal componente das conchas de mariscos, juntamente com a consciência de desenvolvimento sustentável e a necessidade de novos métodos alternativos para formulação do concreto, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade técnica da substituição da areia por pó de conchas de mariscos na produção de concreto.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

A presente pesquisa tem natureza quantitativa, ou seja, é realizada uma investigação da viabilidade técnica da substituição parcial da areia pelo pó de casca de marisco para confecção de concreto através da quantificação dos dados analisados estatisticamente, visando dar uma destinação adequada para esses resíduos que são descartados inadequadamente, além de reduzir o consumo de agregados miúdos que causam grandes impactos ambientais, garantindo a segurança, qualidade, economia e sustentabilidade.

Inicialmente foram coletadas pó de mariscos produzidos pelas associações de mariscadores de Luís Correia – PI, as quais com auxílio da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco) fazem os tritamentos das conchas de moluscos através de uma forrageira a qual as fragmenta deixando como pó. Sendo levados ao Laboratório de Solos e Materiais de Construção, do Centro Universitário Santo Agostinho, para serem incorporados como agregados miúdos na produção de concreto, e submetidos a ensaios que avaliaram a viabilidade técnica de substituição parcial da areia pelo pó de marisco. As incorporações do material variaram de 5 a 25% em substituição a areia, e foi analisado o traço convencional para utilizar como parâmetro.



## 2.2 AMOSTRA

Para a realização deste estudo, foram ensaiados em laboratório as amostras de 30 (trinta) corpos de provas cilíndricas de concreto, sendo 05 (cinco) convencionais, e 25 (vinte e cinco) produzidos com adição de variadas proporções de pó de mariscos.

Tabela 1 - Proporções utilizadas no trabalho

| Proporções para 1 traço (1:2:3) e 5 corpos de provas |              |            |                    |            |           |
|--|--------------|------------|--------------------|------------|-----------|
| Corpos de provas                                     | Cimento (kg) | Areia (kg) | Pó de marisco (kg) | Brita (kg) | Água (kg) |
| Convencional   | 5,89         | 11,76      | 0                  | 17,65      | 3,01      |
| 5% de pó de marisco                                  | 5,89         | 11,17      | 0,59               | 17,65      | 3,01      |
| 10% de pó de marisco                                 | 5,89         | 10,58      | 1,18               | 17,65      | 3,01      |
| 15% de pó de marisco                                 | 5,89         | 10         | 1,76               | 17,65      | 3,01      |
| 20% de pó de marisco                                 | 5,89         | 9,41       | 2,35               | 17,65      | 3,01      |
| 25% de pó de marisco                                 | 5,89         | 8,82       | 2,94               | 17,65      | 3,01      |

Fonte: Autores (2019).

## 2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Os dados necessários para a realização da pesquisa foram obtidos por meio de ensaios laboratoriais. Primeiramente realizou-se a caracterização do material, a trabalhabilidade do concreto, em seguida as amostras de corpos de prova cilíndricos de concreto, foram confeccionadas de acordo com a dosagem utilizada, e submetidos à cura durante o período de 28 dias. Após este processo, as amostras foram ensaiadas com relação à caracterização do material: resistência à compressão utilizando a prensa hidráulica, índice de absorção de água dos corpos de prova com o auxílio de uma estufa e balança de precisão, índices de vazios e massa específica.

## 2.4 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS

Sob o ponto de vista ético e legal, o cuidado que foi dado na pesquisa é a omissão do nome das associações onde serão coletados os materiais de estudo e dos profissionais envolvidos, a divulgação dos resultados para as associações será feita

de forma que só a determinada associação tenha acesso a seus resultados onde as outras serão identificadas de maneira simbólica.

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS

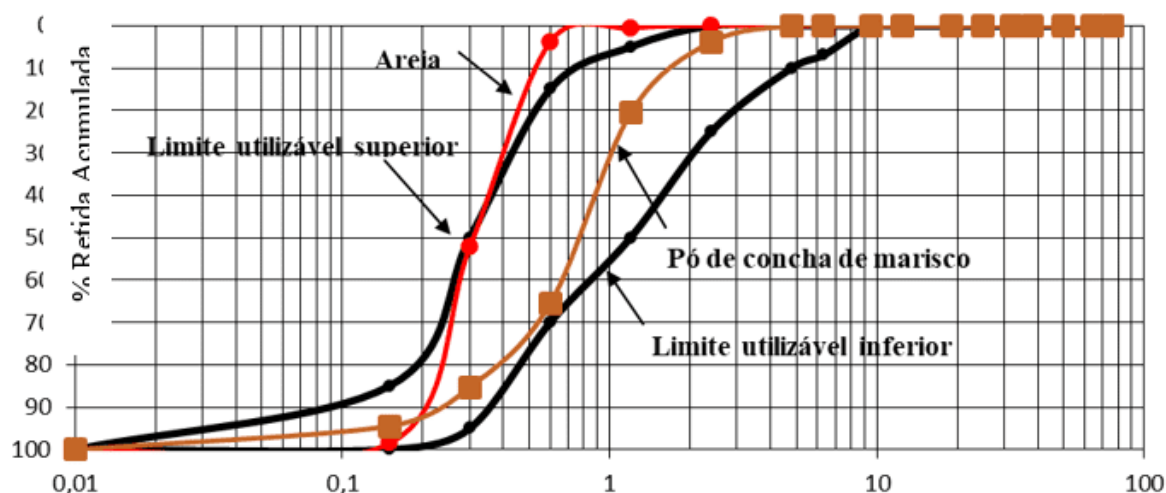
Foi realizada uma investigação que tem como base a quantificação dos dados através de análises estatísticas, como porcentagem, média, desvio-padrão, estes apresentados em tabelas e gráficos. Após registrar os resultados, estudou-se a viabilidade técnica do material incorporado, verificando se atendiam aos limites estabelecidos por normas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO – PÓ DE CASCA DE MARISCO.

A Figura 1 representa a curva granulométrica dos agregados miúdos utilizados neste trabalho com as faixas limites utilizáveis:

Figura 1: Aberturas das peneiras (mm)



Fonte: Autores (2019).



Os resultados encontrados estão dentro dos exigidos pela NBR NM 248:2003, em que as amostras devem apresentar necessariamente a mesma dimensão máxima característica e, nas demais peneiras, os valores de porcentagem retida individualmente não devem diferir mais que 4% entre si, e dentro dos limites utilizáveis definidos pela NBR 7211:2009. Onde o pó de marisco apresentou módulo de finura de 2,7 que está dentro dos limites da zona utilizável superior definida pela norma, e a areia apresentou módulo de finura de 1,6 e encontra-se maior parte da sua porcentagem dentro dos limites aceitáveis.

### 3.2 ENSAIO DE SLUMP TEST

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do ensaio de abatimento do cone:

Tabela 2 - Resultados do Ensaio de abatimento

| TRAÇO               | ABATIMENTO (mm) |
|---------------------|-----------------|
| Convencional        | 30,5            |
| 5% de pó de concha  | 35              |
| 10% de pó de concha | 37              |
| 15% de pó de concha | 42              |
| 20% de pó de concha | 46              |
| 25% de pó de concha | 51,5            |

Fonte: Autores (2019).

Pode-se observar que à medida que aumentou a quantidade de pó de marisco paralelamente ocorreu um incremento no abatimento tornando-o mais trabalhável, apresentando uma consistência firme à plástica.

Levando em conta que o agregado graúdo, o cimento e a relação água/cimento se mantiveram os mesmos para todos os traços, mudando apenas o agregado miúdo, percebe-se a influência do agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto. Já que os agregados miúdos têm preponderância sobre a plasticidade do concreto, pois possuem uma elevada área específica. Agregados miúdos com elevados teores de finos tendem a ter a trabalhabilidade reduzida. Pode-se observar que o pó de marisco

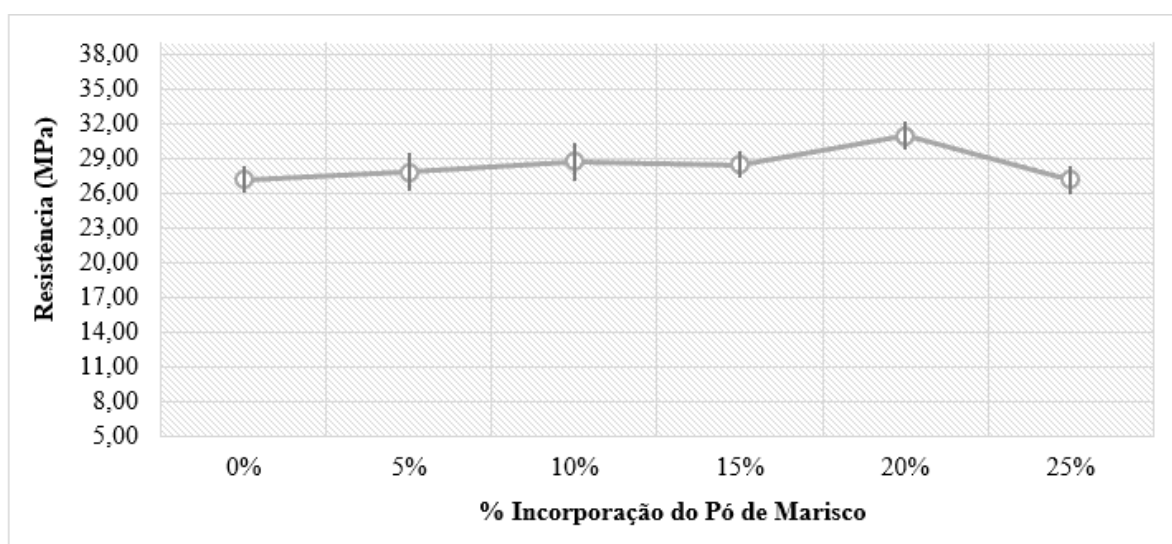


apresenta agregados maiores que a areia utilizada como pode ser observado na curva granulométrica (Figura 1).

### 3.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Pode-se observar na Figura 2, que houve um acréscimo de resistência à medida que a porcentagem de incorporação de pó de marisco aumentou, apresentando o ápice na porcentagem de 20% de pó de marisco. E que o desvio padrão de todos os traços se manteve de forma praticamente regular, o que confere ao resultado uma uniformidade.

Figura 2 - Resultados de ensaio à compressão



Fonte: Autores (2019).

Esse acréscimo de resistência se deu pelo fato que o pó de marisco apresenta granulometria uniforme e bem graduada, dessa forma preenchendo uma maior quantidade de vazios e, assim, resultando em maiores resistências aos 28 dias.

### 3.4 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Fazendo uso das equações dadas pela ABNT NBR 9778:2009 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação de absorção de água por imersão – Índice de



vazios e massa específica. Obtiveram-se como resultados médios apresentados na Tabela 3:

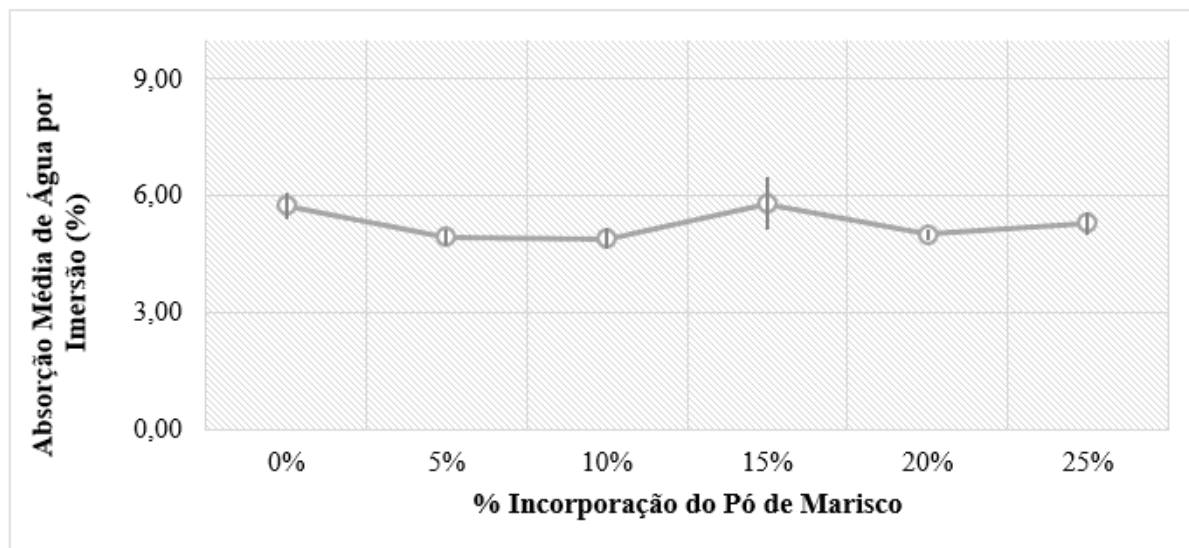
Tabela 3 - Resultados médios do ensaio de absorção

|                                    | 0% de pó de marisco | 5% de pó de marisco | 10% de pó de marisco | 15% de pó de marisco | 20% de pó de marisco | 25% de pó de marisco |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Absorção média de água por imersão | 5,7429              | 4,9326              | 4,9044               | 5,7898               | 5,0035               | 5,2942               |
| Índice médio de vazios             | 13,4069             | 11,8534             | 11,7335              | 13,5855              | 12,0410              | 12,7054              |

Fonte: Autores (2019).

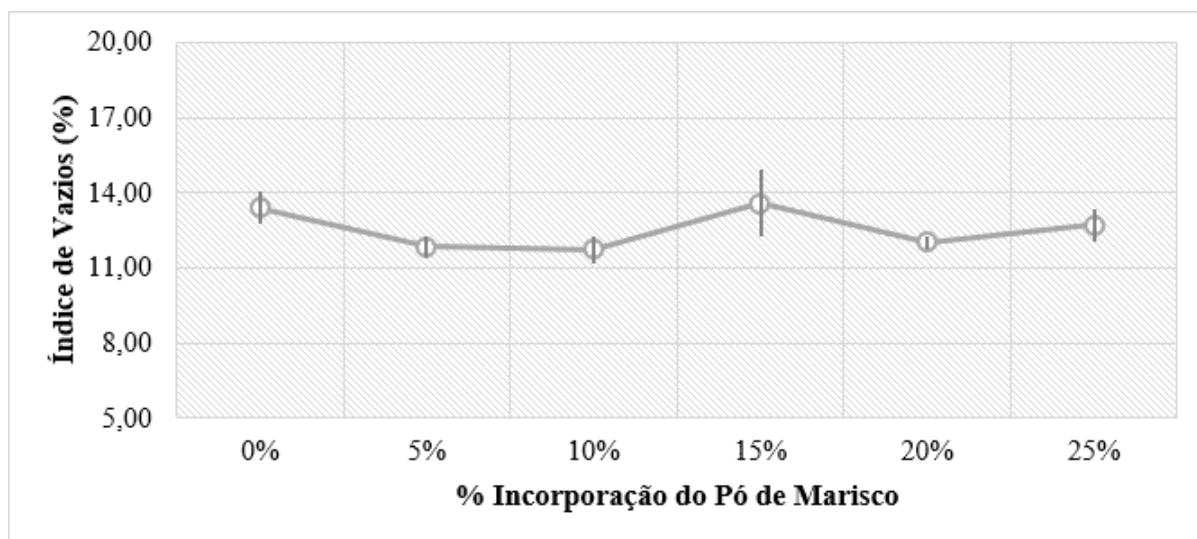
Nas figuras 3 e 4 são apresentados os gráficos com os valores médios e desvio padrão dos resultados de absorção e índice de vazios, respectivamente.

Figura 3 - Índice de absorção média de água por imersão



Fonte: Autores (2019).

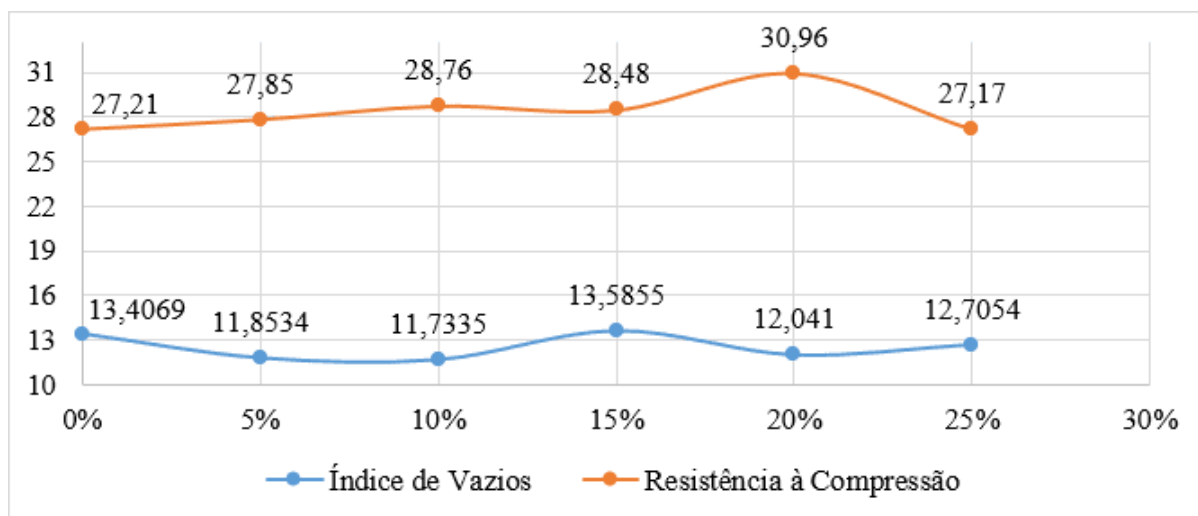
Figura 4 - Índice de vazios



Fonte: Autores (2019).

Analisando a Figura 5, percebe-se que na incorporação de 15% de pó de marisco ocorre um índice de vazios ligeiramente maiores (13,59%) que os adjacentes no qual representou também uma pequena queda na resistência à compressão em comparação com os resultados adjacentes. Essa discrepância de valores com os demais traços pode ser justificada por uma diferença na execução do adensamento dos corpos de prova na amostra de 15%, já que a absorção de água significa que o agregado absorve ou não a água de amassamento alterando a consistência, e consequentemente na resistência do produto (BARBOSA; COURA; MENDES, 2008).

Figura 5 - Resistência à Compressão x Índices de vazios



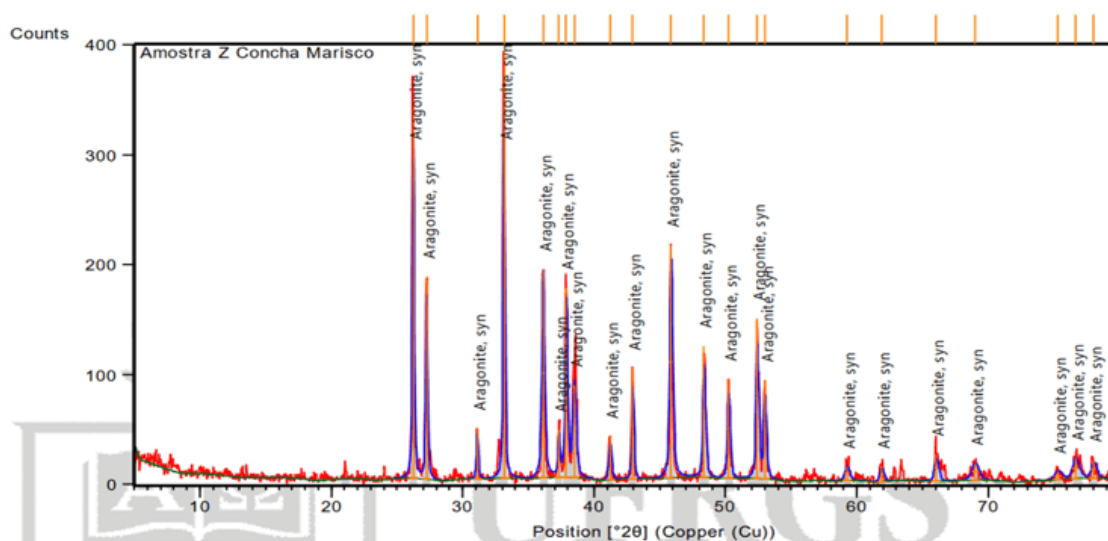
Fonte: Autores (2019).

Verifica-se que é válido relacionar o teste tradicional de resistência a compressão com o índice de vazios, visto que quanto maior o índice de vazios mais as estruturas de concreto estão sujeitas a agentes agressivos o que influencia na durabilidade do concreto.

### 3.5 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

A análise por difração de raios X (DRX) foi realizada em um difratômetro de raios X marca Siemens (BRUKER AXS), modelo D-5000 ( $\theta$ - $2\theta$ ) equipado com tubo de ânodo fixo de Cu ( $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$ ), operando a 40 kV e 25 mA no feixe primário e monocromador curvado de grafite no feixe secundário. As amostras em pó foram analisadas no intervalo angular de 5 a  $80^\circ 2\theta$  em passo de  $0.05^\circ/1s$  utilizando-se fendas de divergência e anti-espalhamento de  $1^\circ$  e 0.2 mm no detector.

Figura 6 – Resultado do ensaio de DRX.



Fonte: UFRGS (2019).

A fase cristalina observada por meio da difratometria de raios X, é a Aragonita ( $\text{CaCO}_3$ ) que possui a mesma composição química da calcita, entretanto difere na estrutura cristalina.

Segundo Luz e Lins (2008), é muito comum o uso dos carbonatos de cálcio e magnésio na indústria de vidros, onde a dolomita e/ou aragonita ocupam o terceiro lugar como insumo básico na fabricação de vidro, depois da areia de quartzo e da barrilha ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

### 3.6 ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

A análise foi realizada utilizando o espectrômetro de fluorescência de raios X (FRX) WDS e está equipado com tubo de raios X de Rh, o seu modelo é RIX 2000 da marca Rigaku. Os resultados listados nas tabelas a seguir foram obtidos a partir de análise quantitativa com curva de calibração a partir de padrões de rocha tabelados da Geostandards. Na Tabela 4 os valores apresentados estão em porcentagem de peso da amostra, nd=não detectado. Para os elementos maiores o preparo da amostra foi realizado através da técnica em amostra fundida. A presença de voláteis foi avaliada através de técnicas gravimétricas e está representada por LOI.

Tabela 4 - Resultados do ensaio de FRX.

| Elemento |                | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | MgO  | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | LOI   | Total  |
|----------|----------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|--------|
| Amostra  | S <sup>1</sup> | 0,17             | 0,16                           | 0,00             | 0,03                           | 0,00 | 0,03 | 0,01  | 0,08              | 0,02             | 0,01                          |       |        |
| 1        | LAB939         | 0,38             | 0,00                           | 0,02             | 1,22                           | 0,00 | 0,23 | 54,47 | 0,00              | 0,00             | 0,00                          | 43,68 | 100,00 |

S<sup>1</sup> Desvio Padrão da metodologia para o Padrão de Granito AC-E tabelado pelo Geostandards

Fonte: UFRGS (2019).

Observou-se por meio do ensaio que o pó de concha de marisco em estudo é composto por óxidos de cálcio (CaO) em sua maioria, além da presença de voláteis e em pequenas quantidades de óxidos de silício, de ferro e de magnésio.

#### 4. CONCLUSÃO

Considerando a grande capacidade de absorção de novos materiais na indústria da construção civil, a escassez e elevados valores de venda de matérias primas, e a problemática de disposição irregular de conchas de marisco produzidas em Luís Correia-PI, este trabalho levantou a seguinte questão norteadora: Seria possível substituir a areia por pó de conchas de mariscos na produção de concreto? Através de ensaios tecnológicos obedecendo as Normas da ABNT, concluiu-se que é viável a utilização desse resíduo como agregado miúdo na construção civil.

Dessa forma, dando uma opção de utilização desse resíduo como material na indústria civil promovendo a redução dos impactos ambientais provocados pelas disposições irregulares desses resíduos, consequentemente reduzindo os impactos sociais, e agregando valor a um material que é descartado como lixo gerando renda para aquelas famílias.

O pó utilizado neste trabalho foi obtido através das comunidades litorâneas piauienses de Luís Correia, e é produto da trituração das conchas através de uma forrageira. A granulometria desse material se mostrou dentro dos limites estabelecidos pela NBR 7211:2009 e NBR NM 248:2003. Com características granulométricas uniformes e bem graduadas, dessa forma, os seus grãos conseguem preencher vazios e consequentemente elevando a resistência.



No estado fresco, foi analisado a trabalhabilidade do produto, que apresentou consistência variando entre firme à plástica, avaliado através do ensaio de abatimento do cone. Sendo possível constatar um aumento na trabalhabilidade do concreto em relação ao traço convencional, já que o pó de marisco apresentou agregados maiores do que a areia utilizada. Daí, podendo ter sua aplicação em obras e serviços de fundações, muros armados e não armados, e até estruturas usuais e lastros.

Levando em consideração as suas características granulométricas, a trabalhabilidade, o concreto obtido através da substituição parcial da areia pelo pó de marisco em 20% alcançou resistência à compressão aos 28 dias de aproximadamente 31 MPa. Assim, garantindo a viabilidade técnica de uso de material como agregado nas obras de construção civil.

O pó de marisco apresentou, por meio de caracterização microscópicas, a presença de óxidos de cálcio com formação de fases cristalinas de Aragonita, composta basicamente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

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

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

BARBOSA, M. T. G.; COURA, C. G.; MENDES, L. O. Estudo sobre a areia artificial em substituição à natural para confecção de concreto. **Ambiente construído**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v.8, n.4, p.51-60, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5047>. Acesso em 01/05/2022.

BATISTA, B. B.; SILVA, H. R. T.; EGERT, P.; MARCONDES, L. F. T.; SANTOS, M. V. Bloco verde: reaproveitamento de resíduos da construção civil e de conchas de ostras e mariscos. **1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**, Santa Catarina, 2009. Disponível em: [https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=43&ano=\\_primeiro](https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=43&ano=_primeiro). Acesso em 03/05/2022.



BUEST, G. T.; SILVA, N. G.; CAMPITELI, V. C. Dosagem de finos em concretos com agregados miúdos e graúdos britados. **47º Congresso Brasileiro do Concreto**, Olinda, v.5, p.597-612, 2005. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ngsilva/links-2/noticias/ARTIGO%20IBRACON.pdf>. Acesso em 01/05/2022.

CARVALHO, A. L. **Avaliação das propriedades mecânicas da argamassa contendo adição de resíduos de carbonato de cálcio gerado na fabricação de celulose**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

CHIERIGHINI, D.; BRIDI, D.; ROCHA, A. A.; LAPA, K. R. Possibilidades do Uso das Conchas de Moluscos. **3º International Workshop Advances in Cleaner Production**, 2011, São Paulo, 2011. Disponível em: [http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Chierighini\\_D%20-%20Paper%20-%206A6.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Chierighini_D%20-%20Paper%20-%206A6.pdf). Acesso em 04/05/2022.

FREITAS, S. T.; PAMPLIN, P. A. Z.; LEGAT, J.; FOGAÇA, F. H. D. S.; BARROS, R. F. M. D. Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Piauí, v. 15, n. 2, p. 91 -112, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/87FVttCMbWFCJq4BcLB798h/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 01/05/2022.

LUCAS, D.; BENATTI, C. T. Utilização de Resíduos Industriais para a Produção de Artefatos Cimentícios e Argilosos Empregados na Construção Civil. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, Paraná, v. 1, n. 3, p. 405-418, 2008. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/850/663>. Acesso em 06/05/2022.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. **Rochas & minerais industriais – uso e especificações**. 2.Ed. Rio de Janeiro. CETEM/MCT, 2008. 990p.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

SANTOS, A. P. S.; CAMARGO, M.; ESTUPINAN, R. A.; GÓES, V. C.; MEDEIROS, J. M. Alternativas de aproveitamento das conchas de marisco de *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) como material agregado para a elaboração de tijolos ecológicos na comunidade de marisqueiras do Renascer, Cabedelo, Paraíba. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 11, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/26686/19161>. Acesso em 01/05/2022.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, J. C. C.; DEMETRIO, F. J. C. Concreto Sustentável: Substituição da areia natural por pó de brita para confecção de concreto simples. **5º**





*International Workshop Advances in Cleaner Production*, 2011, Maranhão, 2015. Disponível em: [http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva\\_ls\\_et\\_al\\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva_ls_et_al_academic.pdf). Acesso em 01/05/2022.

VECHI, N. R. G., GALLARDO, A. L. C. F., & TEIXEIRA, C. E. Aspectos ambientais do setor da construção civil: uma contribuição para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços. **Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 17-30, 2016. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/733>. Acesso em 04/05/2022.

Enviado: Maio, 2022.

Aprovado: Julho, 2022.

---

<sup>1</sup> Mestrado em Engenharia dos Materiais. ORCID: 0000-0003-2517-6996.

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Civil. ORCID: 0000-0002-5264-7557.

<sup>3</sup> Graduação em Engenharia Civil. ORCID: 0000-0002-5157-0789.

<sup>4</sup> Graduação em Engenharia Civil. ORCID: 0000-0001-9688-2340.

<sup>5</sup> Orientador. ORCID: 0000-0003-2556-354X.