



**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

USO DE CONCHAS DE MARISCOS COMO AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:

Relato de experiência com pescadores no Litoral Norte de Pernambuco

JOÃO MANOEL DE FREITAS MOTA

RECIFE
2021

JOÃO MANOEL DE FREITAS MOTA

USO DE CONCHAS DE MARISCOS COMO AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:

Relato de experiência com pescadores no Litoral Norte de Pernambuco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como Artigo ao programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Docência para a Educação Profissional, Científica e Tecnológica, oferecido pelo Instituto Federal de Pernambuco.

EIXO: PESQUISA, INOVAÇÃO E EXTENSÃO.

Orientador: Carlos Marques Fernandes

Coorientador: Ronaldo Faustino da Silva

RECIFE
2021

RESUMO

Esta pesquisa refere-se ao relato de experiência que teve como base um projeto de pesquisa realizado pelo grupo *EcoSoluções* do IFPE/*Campus Recife* registrado no CNPq, substanciado pela iniciação científica (PIBIC) e extensão (PIBEX) dos cursos, técnico em Edificações e saneamento e superior de Engenharia Civil. O objetivo desse trabalho foi “relatar a experiência com pescadores do litoral Norte de Pernambuco no uso viável das conchas das e mariscos como agregados para a construção civil”. Portanto, a partir da necessidade de se minimizar os impactos ambientais negativos causados pelas atividades da maricultura no litoral Norte de Pernambuco, pesquisas foram desenvolvidas, e a extensão tratou de devolver a comunidade pesqueira o conhecimento concernente a utilização dos resíduos das conchas de mariscos em compósitos cimentícios: argamassas; concretos sem fins estruturais; blocos para alvenaria de vedação e pavimentação. Foi verificado na produção desses novos materiais, uma redução média no custo, em relação aos materiais convencionais, em mais de 50%. A prática exercida na extensão, que considerou informar aos pescadores da Região estudada os resultados das pesquisas, foi conduzida pelo caminho norteado na educação informal (GOHN, 2013), respaldado no modelo de eloquência adequada à compreensão do interlocutor, bem como relevando a importância de se construir condições para que os profissionais pescadores pudessem repassar uns aos outros, da forma mais adequada e simples possível. As argamassas são basicamente para piso e para elevação de alvenaria; os concretos para contrapiso, piso interno, calçadas etc.; os tijolos/blocos prensados manualmente podem ser usados em alvenarias de vedação e pavimentações internas e externas, sem fins estruturais. Não obstante, esse conglomerado de pesquisas, gerou diversas publicações de artigos científicos em congressos e periódicos, bem como a edição de um livro. Por fim, pode-se identificar nesse trabalho apresentado, aspectos no exercício que fundamenta a lei formadora dos Institutos Federais (Lei 11.892/2008), como exemplos: (i) promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente; (ii) realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade.

Palavras chaves: Resíduo; Maricultura; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This research refers to the experience report that was based on a research project carried out by the EcoSoluções group of IFPE/Campus Recife registered with the CNPq, substantiated by scientific initiation (PIBIC) and extension (PIBEX) of courses, technician in Buildings and higher. Of Civil Engineering. The objective of this work was “to report the experience with fishermen from the North coast of Pernambuco in the viable use of oyster and shellfish shells as aggregates for civil construction”. Therefore, based on the need to minimize the negative environmental impacts caused by mariculture activities on the northern coast of Pernambuco, research was carried out, and the extension tried to return the knowledge concerning the use of oyster and shellfish shell residues to the fishing community. In cementitious composites: mortars; concrete without structural purposes; blocks for sealing and paving masonry. It was verified in the production of these new materials, an average cost reduction, in relation to conventional materials, of more than 50%. The practice exercised in the extension, which considered informing fishermen in the studied region of the research results, was conducted along the path guided by informal education (GOHN, 2013), supported by the model of eloquence adequate to the understanding of the interlocutor, as well as highlighting the importance of if conditions were built so that professional fishermen could pass them on to each other, in the most adequate and easy way possible. Mortars are basically for flooring (cemented flooring) and for lifting masonry; concrete for subfloor, internal flooring, sidewalks, etc.; manually pressed blocks can be used in sealing masonry and internal and external paving without structural purposes. Nevertheless, this research conglomerate generated several publications of scientific articles in congress and journal, as well as the edition of a book. Finally, it is possible to identify in this work, aspects in the exercise that underlies the formation law of Federal Institutes (Law 11,892/2008), such as: promoting the production, development and transfer of social technologies, notably those aimed at preservation the environment; carry out applied research, stimulating the development of technical and technological solutions, extending their benefits to the community.

Keywords: Residue; Mariculture; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A partir da necessidade acadêmica de desenvolvimento e implementação de atividades de pesquisa e extensão, surgiu o grupo de pesquisa *EcoSoluções* com o objetivo de propiciar a construção do conhecimento técnico, no âmbito dos cursos técnicos (Saneamento e Edificações) e graduação (Bacharelado em Engenharia Civil), ligados ao Departamento de Infraestrutura e Construção Civil do Instituto Federal de Pernambuco – IFPE *Campus* Recife. Desta iniciativa, surgiu o primeiro “*case*”, com o cunho no atendimento de minimizar os impactos ambientais desfavoráveis causados pelas atividades da maricultura no litoral Norte de Pernambuco.

Nessa premissa, este autor, membro do grupo de pesquisa referido, basicamente objetiva discorrer, como “relato de experiência”, pesquisas que contribuiriam com a produção de compósitos cimentícios (argamassas, concretos e tijolos/blocos), utilizando o resíduo da casca da ostra e do marisco depositados na natureza como agregado miúdo e graúdo, bem como fora repassado essas informações a comunidade estudada (educação informal).

Sabe-se que, o homem pode ser qualificado diferencialmente dos demais seres vivos por inúmeras características, entre elas se inclui o dinamismo de produzir e transformar continuamente suas técnicas, através de aperfeiçoamentos e estudos. A constituição das cidades exigiu qualificação e técnicas apropriadas e vantajosas para se construir edifícios cada vez mais sustentáveis, ato contínuo, donde, por conseguinte, surgem as edificações concebidas com responsabilidade social (CORRÊA, 2009).

Resumidamente, pode-se refletir que à busca por um modelo desenvolvimentista que seja sustentável a longo prazo, deve se basear nesses cinco alicerces: ser economicamente viável, politicamente adequado, socialmente justo, culturalmente aceito e ecologicamente correto (COELHO; ARAUJO, 2011).

Percebe-se nos últimos anos um aumento de trabalhos voltados à sustentabilidade, principalmente relacionados aos compósitos cimentícios argamassas e concretos, reutilizando resíduos que outrora eram descartados, dando-lhes uma nova utilização e assim minimizando os impactos causados pelo

seu descarte e sobretudo diminuindo a extração dos materiais comumente utilizados (SILVA *et al.*, 2020).

Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, diversas matérias primas devem ser mitigadas e, ou, reaproveitadas nas cadeias produtivas. Na área da construção civil, observam-se esforços nos últimos anos visando conscientizar todos os envolvidos nos processos, fundamentalmente pela problemática que o segmento vem enfrentando, tendo em vista elevada geração de resíduos e, imperativamente a depredação das jazidas naturais (BUTLLER, 2005).

Nessa premissa, observa-se no Brasil que a maricultura vem se desenvolvendo muito rápido. Com destaque verifica-se o estado de Santa Catarina, pois ocorre uma grande concentração do cultivo desses moluscos, colocando o país na segunda posição na América Latina como produtor. Análogo a esse contexto, o litoral Norte do estado de Pernambuco também possui uma larga importância para a maricultura, especialmente no Canal de Santa Cruz, haja vista uma área de manguezais que cobre cerca de 1.220 ha., e separa a Ilha de Itamaracá do continente. As águas marinhas dessa região possuem condições favoráveis ao cultivo de moluscos, por conta da elevada carga de matéria orgânica em suspensão e facilidades geológicas da região (SILVA *et al.*, 2020).

Estima-se que, de toda a quantidade de marisco produzida, apenas 20% é consumida na forma alimentar (carne), sendo 80% constituída de casca, pela qual em sua composição química observa-se cerca de 96% da molécula carbonato de cálcio e o restante, matéria orgânica e outros compostos (EPAGRI, 2007).

A maricultura proporciona desenvolvimento como uma nova atividade em várias comunidades, permitindo a fixação dos pescadores, proporcionando a geração de emprego e renda. Entretanto, do ponto de vista ambiental, existem problemas relacionados à disposição destes resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados nos locais de cultivo, ocorrendo alterações nos padrões de circulação de água, poluição visual, em terrenos baldios, mangues, ou até mesmo na faixa de areia das praias onde são pescados, formando montanhas de conchas, que atraem roedores e insetos, podendo causar doenças infecciosas, acidentes etc., degradando a paisagem local, prejudicando o turismo e o comércio da região (LIMA *et al.*, 2000, PETRIELLI, 2008, SILVA, 2017).

A preocupação com o destino desse resíduo não é observada somente no Brasil. Na Coreia, por exemplo, dados apresentam que são geradas anualmente cerca de 300.000 toneladas de cascas, onde o governo preocupado com a saúde pública, financiou um projeto para aumentar a reciclagem desses resíduos devido a ocorrência da decomposição microbiana dos sais em gases tóxicos como NH_3 e H_2S (YOON *et al.*, 2009).

Outro país que desenvolve ações no sentido de melhorar a destinação das cascas descartadas de moluscos, é a Espanha, onde em 2004 este país inaugurou uma fábrica para reciclar até 80.000 toneladas de conchas de mexilhões. O beneficiamento resultou na obtenção de carbonato de cálcio com 90% de pureza, sendo utilizado como matéria-prima na indústria, como corretor de solos, na fabricação de tintas, papel e plástico, e, relevantemente na indústria farmacológica (GREMI DE RECUPERACIÓ DE CATALUNYA, 2007).

Portanto, durante a realização de visitas em comunidades do litoral Pernambucano (Região em estudo), foi possível observar inúmeros registros de descarte inadequado desses resíduos, causando relevantes impactos desfavoráveis às comunidades, como a contaminação dos solos e a proliferação de vetores causadores de doenças.

As Figuras 1 (a, b) mostram aspectos gerais levantados na Região do litoral Norte de Pernambuco.

Figuras 1 (a; b) – Acúmulo das cascas de marisco em comunidades pesqueiras litoral Norte de Pernambuco



(Fonte: Acervo próprio)

O alto potencial químico encontrado na casca de marisco (carbonato de cálcio), também possibilita

a utilização em diversas atividades na própria indústria da construção civil, *e.g.*: no processo de fabricação do aglomerante cal, nas tintas, nos vidros etc. No mais, esta pesquisa relatará o aproveitamento deste resíduo também em argamassas, blocos e concreto. Em concreto não estrutural e argamassas pode até utilizar a concha como parte ou toda parcela do agregado miúdo, triturando as conchas, e, como em sua forma natural como agregado graúdo nos concretos (SILVA *et al.*, 2020).

Assim, verifica-se um elevado potencial de uso desse resíduo em materiais como contrapiso de argamassa ou enchimento aplicado sobre laje, na produção de blocos para pavimentação e elevação de alvenaria, bem como concretos sem fins estruturais para utilização em piso internos, calçadas e vários outros serviços em uma edificação.

Ao longo da execução do projeto, paralelamente os moradores participaram de palestras informativas para comunidade concernente às novas tecnologias construtivas e informações sobre meio ambiente, trabalho e renda. A Ecopedagogia considera a educação ambiental como uma mudança de mentalidade em relação à qualidade de vida, associada à busca do estabelecimento de uma relação saudável e equilibrada com o contexto, com o outro e com o ambiente (LAYRARGUES, 2004)

O objetivo deste trabalho foi relatar a experiência com pescadores do litoral Norte de Pernambuco no uso viável das conchas de mariscos como agregados para a construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pode-se relatar que, a utilização do resíduo das conchas de mariscos, é uma prática muito antiga, de tal forma que se pode mostrar uma edificação da cidade do Recife por demais utilizada, admirada e preservada. O parque da Jaqueira (Figura 2), onde em seu interior encontra-se a igreja de Nossa Senhora da Conceição das Barreiras, construída em 1766, que estando em perfeito estado de serviço, mostram partes de sua construção com compósitos cimentícios contendo resíduo da casca do marisco (SILVA *et al.*, 2020).

Figura 2 – Detalhes de conchas de marisco na Igreja do parque da Jaqueira, Recife/PE



(Fonte: Acervo próprio)

Reaproveitando as conchas em concretos não estruturais, Silva (2015) mostrou através dos ensaios executados, que é possível substituir o agregado graúdo (brita) pela concha de marisco na produção de concreto não estrutural, podendo este material ser utilizado em camadas de regularização, nivelamento de bases, contrapisos, calçadas etc. A proposta do estudo apresentou resultados aceitáveis dentro da funcionalidade até acima do concreto não estrutural, bem como apontou para uma economia importante. Nestas condições, a reutilização desse resíduo demonstra grande importância não só do ponto de vista ambiental, mas também contribui para a redução de custos desses materiais, podendo inclusive se utilizar nas próprias habitações da comunidade pesqueira.

A pesquisa desenvolvida por Rego *et al.*, (2016), evidenciou satisfatório potencial de uso do resíduo de conchas de marisco trituradas como substituição parcial de agregados miúdos para argamassas de contrapiso, e também para concreto sem função estrutural. Os resultados apontaram para a produção de um material com desempenho muito satisfatório para as finalidades desejadas, com custo abaixo em relação aos materiais convencionais similares.

Ademais, pode-se refletir um sentido norteador da pesquisa apresentada, tendo em vista aspectos que conduzem ao no exercício que fundamenta a lei formadora dos Institutos Federais (Lei 11.892/2008), mais especificamente, a saber:

Seção II: Das Finalidades e Características dos Institutos Federais - Art. 6º, nos incisos:

II - desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de

geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais;

VII - desenvolver programas de extensão e de divulgação científica e tecnológica;

VIII - realizar e estimular a pesquisa aplicada, a produção cultural, o empreendedorismo, o cooperativismo e o desenvolvimento científico e tecnológico;

IX - promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente.

Na Seção III: Dos Objetivos dos Institutos Federais - Art. 7º, nos incisos:

III - realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade;

IV - desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos sociais, e com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos;

V - estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipos de métodos

Pode-se relatar que, o método estabelece o caminho que a pesquisa deve percorrer, enquanto que a técnica determina como será operacionalizada na prática (ZAMBELLO *et al.* 2018). Neste contexto, inicialmente foi utilizado o método experimental para as pesquisas, uma vez que o trabalho em campo com a coleta do “resíduo” aliado aos dados obtidos nos ensaios experimentais nos laboratórios, caracterizam a técnica estabelecida. Todavia, no aspecto da apresentação deste trabalho de conclusão de curso, se trata do método etnográfico (MAZUCATO, 2018).

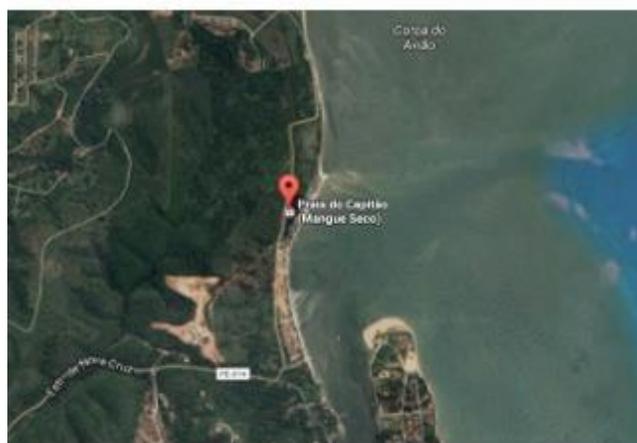
Vale ressaltar que, toda pesquisa foi fundamentada em experimentos laboratoriais, objetivando fornecer aos sujeitos da comunidade pesqueira citada, as especificações das argamassas, concretos e tijolos não estruturais, de tal modo que esses materiais possam ser utilizados em suas habitações (casas, escolas, posto de saúde, pavimentações etc.), gerando efeito sustentável, a saber: (i)

declinando o impacto desfavorável ambiental, com a retirada do resíduo da natureza; (ii) reduzindo o custo, devido materiais com aproximadamente metade do preço em relação aos convencionais; (iii) interesse social importante, tendo em vista que se observou o interesse no engajamento dos pescadores e familiares em toda questão.

3.2 Localização

A localização da comunidade pesqueira e, por conseguinte, da coleta das conchas de mariscos ocorreu na Praia do capitão, popularmente conhecida como Mangue Seco, no Município de Igarassu/PE, litoral Norte da Região Metropolitana do Recife (Figura 3), com cerca de 1500 metros de extensão.

Figura 3 - Depósito de conchas na praia do Capitão



(Fonte: Google Maps, 2017)

3.3 Compósitos cimentícios produzidos

Foram produzidas Argamassas para piso e assentamento de alvenaria; Concretos (sem fins estruturais) para contrapiso, calçadas; Tijolo para alvenaria e pavimentação (peças pré-fabricados com diferentes medidas, tipo bloquetes, pavimentos drenantes, pavimento intertravado). Todos os ensaios mecânicos e os relacionados com durabilidade ocorreram no laboratório de tecnologia das construções do IFPE/campus Recife (Figura 4a).

Figura 4a – Ensaio no laboratório do IFPE *Campus Recife*



(Fonte: Acervo próprio)

Antes da moagem das conchas, o material passou por exposição ao sol por aproximadamente 1 mês e depois foi submetido a 4 ciclos de lavagens, com 25 minutos cada, para a eliminação necessária de matéria orgânica e salinidade. Em seguida, as conchas foram dispostas em lona plástica para secagem ao tempo por um período variável e em média de 7 dias (Figuras 4b e 5).

3.4 Materiais utilizados

Utilizaram-se conchas da espécie *Anomalocardia brasiliana*, pertencentes à família Veneridae, conhecida popularmente no Brasil por marisco (BOEHS *et al.*, 2010). O cimento utilizado foi o CP IV-32, um dos mais utilizados e facilmente encontrado no mercado. A areia de origem quartzosa possuiu módulo de finura 2,38 e diâmetro máximo de 4,75mm, a brita teve diâmetro de 19 mm. Foi incorporada a concha de marisco, teores diversos como substituição parcial e total de agregado miúdo (triturando até uma granulometria similar à areia – Figura 6) e graúdo (na forma natural, simulando a brita). Para homogeneização dos compósitos, utilizou-se água da Companhia Pernambucana de Saneamento.

Figura 4b - Lavagem das conchas



Fonte: Acervo próprio

Figura 5 - Secagem das conchas



Fonte: Acervo próprio

Figura 6 - Conchas trituradas após o peneiramento



(Fonte: Acervo próprio)

A prensa utilizada para o ensaio foi uma servo-controlada com capacidade para 200 toneladas. As Figuras 7 e 8 apresentam prismas de bloquetes/tijolos produzidos para ensaios específicos.

Figura 7 - Preparação do capeamento dos tijolos para o ensaio de resistência à compressão axial



(Fonte: Acervo próprio)

Figura 8 – Prisma com tijolo rompido após a aplicação da carga axial na prensa (ruptura de cisalhamento em destaque)

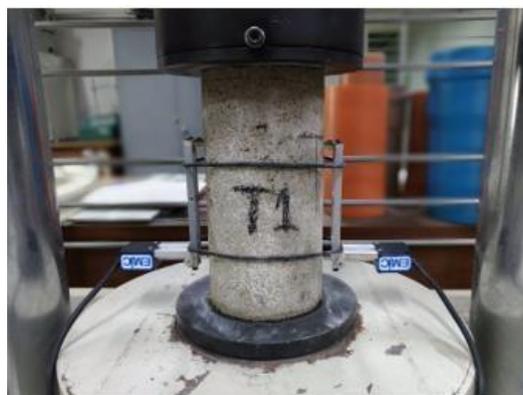


(Fonte: Acervo próprio)

3.5 Ensaios realizados

Portanto, no arranjo experimental foi determinado os ensaios mecânicos: resistência à compressão axial, tração por compressão diametral e módulo de elasticidade, e, os relacionados com a durabilidade: absorção de água. O módulo de elasticidade foi executado conforme a NBR 8522:2017 e foi determinado pela declividade da curva tensão/deformação sob um carregamento uniaxial. A Figura 9 mostra um corpo de prova submetido ao ensaio de módulo de elasticidade.

Figura 9 - Ensaio de módulo de elasticidade



(Fonte: Acervo próprio)

Vale sublinhar que, todo processo metodológico visou operações que pudessem ser reprisadas na comunidade em estudo, por conseguinte, foi evitada a utilização de equipamentos sofisticados como estufas etc.

3.6 Processo de comunicação com a comunidade em estudo

As palestras fundamentaram-se em uma metodologia participativa, com debates e consolidações durante o percurso do projeto, com a participação dos pesquisadores (professores e alunos do IFPE), estudantes, pescadores e membros da comunidade, possibilitando assim um processo mútuo e dialógico de produção dos saberes. A escolha metodológica adotou uma concepção pedagógica baseada na participação, no diálogo e na problematização da realidade experienciada pelos participantes no contexto dos territórios onde vivem. Sendo assim, o próprio projeto foi um espaço para vivenciar a educação popular e uma experiência de gestão compartilhada entre os atores sociais envolvidos.

Contudo, foi relevada a comunicação “informal” (GOHN, 2013) na última etapa do processo, *i.e.*: transferência de todos os traços (proporcionalidades) das argamassas, concretos e tijolos com a adição do resíduo, bem como, ato contínuo, a utilização de um método simples e adequado à execução desses materiais pela comunidade, desde a etapa da limpeza do resíduo, passando pela trituração, homogeneização etc. Esse evento ocorreu como parte da extensão em uma escola pública municipal da comunidade local (Figura 10 e 11), com a presença de professores e alunos do Instituto Federal, e, diversos pescadores e familiares, líder comunitário, professor local etc.

Figura 10 – Palestra com a comunidade pesqueira para disseminação das argamassas, concretos e tijolos com a utilização do resíduo da maricultura



(Fonte: Acervo próprio)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico será discutido concisamente resultados de algumas pesquisas representativas que foram desenvolvidas e publicadas em congressos, periódicos e na edição de um livro, isto é, trabalhos com utilização do resíduo da casca das conchas do marisco em compósitos cimentícios: argamassas, concretos sem fins estruturais e bloquetes/tijolos para elevação de alvenarias e pavimentação. Também serão apresentados registros das operações do grupo de pesquisa (professores e alunos), momento em que foi repassado as informações para a comunidade pesqueira.

Portanto, será tipificado no bojo do tripé: “projeto de pesquisa registrado no CNPq; Iniciação Científica [ensaios relacionados com propriedades mecânicas (resistência à compressão axial, tração por compressão diametral e módulo de elasticidade) e durabilidade dos compósitos]; Extensão (relacionado com a transmissão para comunidade pesqueira)”.

4.1 Mota *et al.*, (2017) - Encontro LatinoAmericano e Europeu Sobre Edificações e Comunidades (ELECS)

Esses autores estudaram o uso da concha do marisco como agregados em argamassas e concretos, onde foram destacadas as argamassas. O ensaio de resistência à compressão axial está apresentado na Tabela 1 (NBR 13279:2005).

Tabela 1 – Resistência à Compressão axial das argamassas.

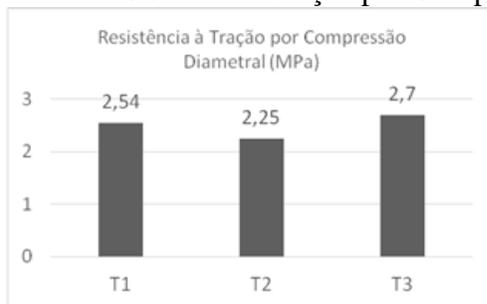
Resistência à Compressão Axial								
Idade: 28 dias								
Família T1 (C.1:An.4:Am.0)			Família T2 (C.1:An.2:Am.2)			Família T3 (C.1:An.0:Am.4)		
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
4,37	0,24	5,49	5,00	0,25	5,00	5,16	0,33	6,39

[M: média; SD: desvio padrão - (MPa)]; CV – coeficiente de variação (%); (C-cimento; An-areia natural; Am-areia marisco triturado)

Conforme a NBR 7222:2011 foi realizado o ensaio de resistência à tração por compressão

diametral (Figura 11).

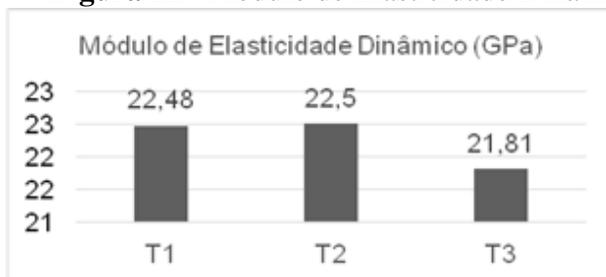
Figura 11 - Ensaio de Resistência à Tração por Compressão Diametral



Fonte: Acervo próprio

Baseado na norma 8802:2013, foi realizado o ensaio para definição do módulo de elasticidade dinâmico, através da determinação da velocidade de propagação da onda ultrassônica (Figura 12).

Figura 12 - Módulo de Elasticidade Dinâmico



Fonte: Acervo próprio

O ensaio de absorção de água por imersão foi realizado de acordo com a NBR 9778/2009. Com base nos resultados obtidos (Figura 13) foi possível notar que, com a substituição total da areia por concha de marisco na amostra da família T3, a absorção de água foi numericamente maior que as demais famílias. Isso pode ser justificado, devido à maior porosidade da argamassa, e também devido à pouca aderência desse agregado com apasta de cimento.

Figura 13 - Absorção de água por imersão



Fonte: Acervo próprio

Portanto, os resultados obtidos na pesquisa evidenciaram satisfatório potencial no uso do resíduo de conchas de marisco como substituição parcial de agregados miúdos para argamassas de contrapiso e assentamento de alvenaria. A viabilização técnica para o emprego desses resíduos pode contribuir para mitigar o impacto ambiental local, bem como servir, até mesmo, como uma fonte secundária de renda para comunidade de pescadores, promovendo benefício social e econômico.

4.2 Rodrigues *et al.*, (2018) – Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON)

Rodrigues *et al.*, (2018) estudaram a utilização do marisco triturado como agregado miúdo na produção de tijolos maciços prensado manualmente (NBR 13276:2016). A família T1 que não possui adição de agregado miúdo gerado pelas conchas de marisco, serviu de parâmetro para a avaliação das demais famílias após a substituição da areia natural pelo marisco (Tabela 2 e a Figura 14).

Tabela 2 - Traços das famílias estudadas.

Famílias	T.U.V. (cim.: areia: concha: Ra/c)
Família T1 (100 % areia)	1 : 6 : 0 : 1,19
Família T2 (50% areia / 50% concha triturada)	1 : 3 : 3 : 1,19
Família T3 (100 % concha)	1 : 0 : 6 : 1,19

Figura 14 - Tijolos das famílias T1, T2 e T3



Fonte: Acervo próprio

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam a resistência à compressão, absorção e módulo de elasticidade, respectivamente.

Tabela 3 - Resultado do ensaio de resistência à compressão axial.

Família T1			Família T2			Família T3		
MPa			MPa			MPa		
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
6,91	1,08	15,70	11,76	1,25	10,64	8,44	1,25	14,81

[M: média; SD: desvio padrão - (MPa)]; CV – coeficiente de variação (%)

Tabela 4 – Absorção de água por imersão.

Famílias	absorção de água (%)
Família T1	11,69
Família T2	8,99
Família T3	8,75

Tabela 5 - Resultado do ensaio do Módulo de elasticidade.

Família T1			Família T2			Família T3		
MPa			MPa			MPa		
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
15,90	1,2	7,55	17,55	3,75	16,6	15,65	0,9	6,07

[M: média; SD: desvio padrão - (MPa)]; CV – coeficiente de variação (%)

Os resultados de compressão e módulo de elasticidade mostraram patamares interessantes quando se usou a concha e o agregado natural juntos.

Assim, verificou-se que o benefício do emprego das conchas como agregado foi favorável em todos os ensaios, percebendo economia em relação à família de referência. Todo o processo de produção dos tijolos em estudo se deu de forma simples, podendo ser reproduzida facilmente pela comunidade pesqueira e utilizado na construção de suas próprias moradias. Diante disso, o aproveitamento desse resíduo é viável no âmbito ambiental e na utilização como agregado miúdo na produção de tijolos para alvenaria de vedação.

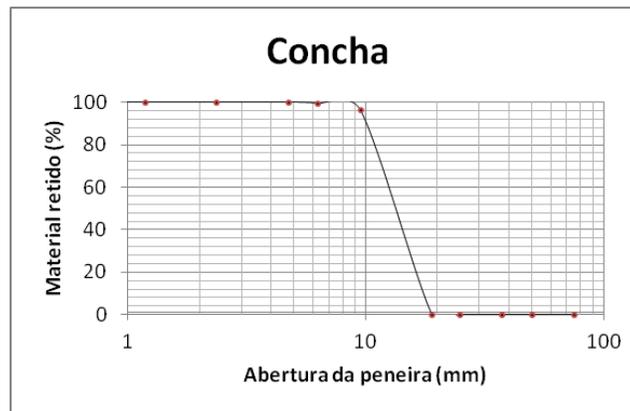
4.3 Moraes et al., (2021) - Brazilian Journal of Development (ISSN: 2525-8761)

Esses pesquisadores usaram a concha do marisco como agregado graúdo (“brita”) em concretos não estruturais, onde apresentaram características, conforme a Tabela 6 e Figura 15.

Tabela 6 - Características das conchas.

Dimensão máxima característica (mm)	19
Módulo de finura	6,99
Massa unitária (g/cm ³)	0,77

Figura 15 - Curva granulométrica da concha



Fonte: Acervo próprio

De acordo com a NBR 5738:2016 foi realizada a moldagem e cura dos corpos de prova. Com vista a obter parâmetros comparativos para a pesquisa, optou-se pela utilização de dois traços (padrão estrutural e não estrutural), divididos em 4 famílias, as quais se diferem pelo uso da brita (referência) e do marisco com as mesmas proporções. Moldaram-se 18 exemplares para cada família estudada, sendo os corpos de prova cilíndricos de 100 x 200 mm, cujas as réplicas foram mantidas em câmara úmida até 28 dias de idade (Tabela 7).

Tabela 7 - Famílias de concreto produzidas.

Nomenclatura	T.U.V. (c: a: b/m: a/c)
Família 1 (brita 100%)	1 : 2 : 3 : 0,6
Família 2 (marisco 100%)	1 : 2 : 3 : 0,6
Família 3 (brita 100%)	1 : 4 : 4 : 0,5
Família 4 (marisco 100%)	1 : 4 : 4 : 0,5

Através do abatimento do tronco de cone, verificou-se a consistência e buscou-se fixar os valores em

100 +/- 20 mm para todos os traços de concreto (Tabela 8).

Tabela 8 - Densidades e trabalhabilidade (abatimentos).

Nomenclatura	Densidades (g/cm ³)		Abatimento
	no estado fresco / endurecido		
Família 1 (brita 100%)	2,34 / 2,26		120mm
Família 2 (marisco 100%)	2,24 / 2,15		100mm
Família 3 (brita 100%)	2,33 / 2,21		100mm
Família 4 (marisco 100%)	2,22 / 2,13		80mm

As densidades dos traços diminuíram com a substituição do agregado graúdo pela concha. Essa verificação era esperada, visto que a brita é um material mais denso que a concha do marisco. As idades dos corpos de prova foram determinadas diante das possibilidades operacionais (acima de 28 dias). O ensaio de resistência à compressão foi realizado de acordo com a NBR 5739:2018 (Tabela 9). A Figura 16 mostra um corpo de prova na prensa (compressão).

Tabela 9 - Resistência à compressão axial.

Resistência à compressão (MPa) Idade (dias)												
64			57			68			68			
Família 1			Família 2			Família 3			Família 4			
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV	
19,11	0,93	4,84	10,22	0,68	6,65	8,80	0,33	3,72	4,60	0,47	10,17	

[M: média; SD: desvio padrão - (MPa)]; CV – coeficiente de variação (%)

Figura 16 - Ruptura após aplicação de carga de compressão axial



Fonte: Acervo próprio

Conforme a NBR 7222:2011 verificou-se a resistência à tração por compressão diametral com três amostras por família. Os resultados indicaram redução da resistência bastante significativa para as famílias com conchas em substituição à brita (Tabela 10).

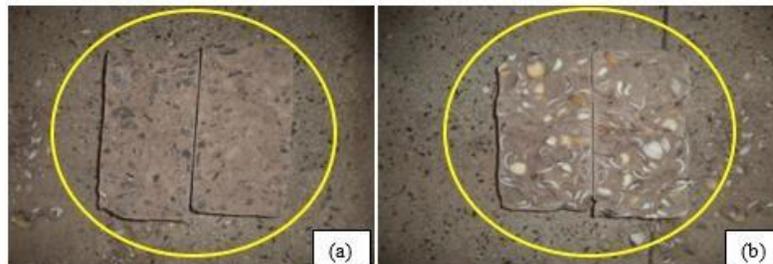
A Figura 17 mostra o interior do corpo de prova após a ruptura.

Tabela 10 - Tração por compressão diametral.

Resistência à tração por compressão diametral (MPa)											
Idade (dias)											
64			57			68					
Família 1			Família 2			Família 3			Família 4		
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
2,39	0,35	14,66	1,21	0,15	12,07	1,25	0,15	12,00	0,73	0,14	18,78

[M: média; SD: desvio padrão - (MPa)]; CV – coeficiente de variação (%)

Figura 17 - Ruptura após aplicação de carga de compressão diametral: (a) Corpo de prova de concreto com brita (família 1); (b) Corpo de prova de prova com resíduo (família 2)



Fonte: Acervo próprio

Com base na NBR 8802:2019, realizou-se o ensaio para definição do módulo de elasticidade dinâmico, de acordo com a Figura 18 e Tabela 11.

Figura 18 - Ensaio para determinação da velocidade de propagação da onda ultrassônica



Fonte: Acervo próprio

Tabela 11 - Módulo de elasticidade dinâmico.

Módulo de Elasticidade Dinâmico (GPa)											
Idade (dias)											
64			57			68					
Família 1			Família 2			Família 3			Família 4		
M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
39,85	0,68	1,71	27,78	0,06	0,20	33,79	0,20	0,60	20,07	0,69	3,48

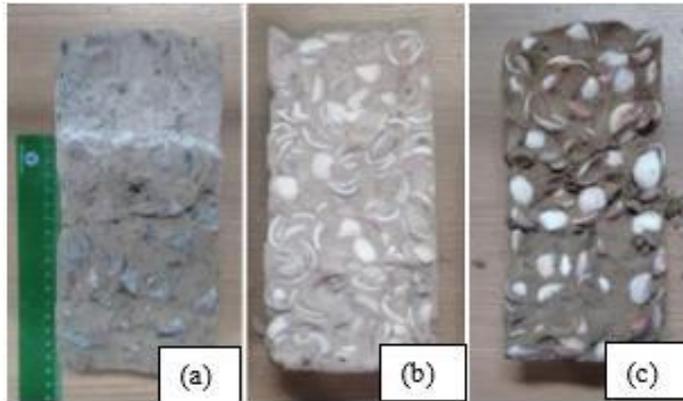
M – média; SD – desvio padrão (MPa); CV – coeficiente de variação (%)

Foi realizado o ensaio de absorção por capilaridade de acordo com a NBR 9779:2012. Acerca dos resultados, notou-se aumento na absorção de água para as amostras com conchas. Isso pode ser justificado, tendo em vista a reduzida aderência da concha à argamassa (Tabela 12 e Figura 19).

Tabela 12 - Absorção por capilaridade.

Absorção por capilaridade (g/cm ²)	
Família 1 (brita 100%)	0,51
Família 2 (marisco 100%)	0,51
Família 3 (brita 100%)	2,58
Família 4 (marisco 100%)	4,33

Figura 19 - Ruptura diametral dos corpos de prova após ensaio de absorção: (a) Corpo de prova da família 3; (b) Corpo de prova da família 2; (c) Corpo de prova da família 4



Fonte: Acervo próprio

A pesquisa indicou a viabilidade técnica, operacional e econômica.

4.4 Etapa de Extensão – Apresentação à comunidade pesqueira de todo método e resultados das pesquisas com a utilização do resíduo da maricultura em argamassas, concretos e tijolos

Todos os resultados das pesquisas ocorreram no laboratório de “Tecnologia dos Materiais” do IFPE/Campus Recife, arquitetado pelo projeto do CNPq e iniciação científica, onde foram gerados traços (proporcionalidades) adequados para utilização dos resíduos de mariscos em compósitos cimentícios: argamassas, concretos e tijolos.

Esses resultados foram repassados em eventos “*in loco*” na comunidade pesqueira estudada, de maneira que se implementou uma comunicação “informal” (GOHN, 2013). O evento do fechamento do projeto de extensão ocorreu em uma escola municipal, onde foram levadas amostras de corpos de prova de argamassas, concretos e tijolos com marisco, bem como o próprio material triturado como areia e em tamanho natural (beneficiado).

Um relatório preparado foi entregue numa escrita muito simples e compreensível ao interlocutor (pescadores e familiares, líder comunitário, dentre outros da comunidade). A palestra ministrada por professores e alunos do IFPE que integraram todo processo (Figuras 20 e 21), também teve

eloquência simples e adequada à compreensão da comunidade, de todo método, desde a etapa da limpeza do resíduo, passando pela trituração, preparação e homogeneização dos materiais etc.

Figura 20 – Evento de parte da extensão com a comunidade pesqueira para disseminação das proporcionalidades das argamassas, concretos e tijolos com a utilização do resíduo da maricultura (protgonismo dos alunos)



(Fonte: Acervo próprio)

Figura 21 – Interação: comunidade pesqueira / academia (evento técnico/cultural)



(Fonte: Acervo próprio)

Portanto, a construção de moradias nessas áreas pesqueiras podem ocorrer de forma participativa em regime de mutirão e buscando otimizar materiais de construção no próprio local da obra como forma de minimizar os custos de construções. Essa prática de envolver a comunidade nas construções das suas moradias foram mencionadas pelos próprios moradores envolvidos durante a pesquisa e isso pode ser aproveitado como uma oportunidade de recuperação para agregar valor e autonomia às construções.

4 CONCLUSÕES

Verificou-se que o estudo indicou a viabilidade na produção dos compósitos cimentícios sugeridos

com o resíduo da maricultura, tendo em vista que é possível mitigar o impacto ambiental, concomitantemente com o benefício social e econômico, devido à geração de argamassas, concretos e tijolos não estruturais, com um menor custo, podendo ser utilizados nas habitações da própria comunidade pesqueira, e, demais edificações em geral. Esta condição estabelece efetivamente os condicionantes da sustentabilidade.

Não se pode deixar de sublinhar também que, a sinergia elevada gerada na interação entre a academia e a comunidade pesqueira, foi por demais virtuosa em todos os aspectos, podendo-se refletir muito além da proposta inicial que seria o “estabelecimento de algum produto que contribuísse com a destinação do resíduo da maricultura para mitigar o impacto ambiental desfavorável”, a saber: (a) disseminar a marca da Instituição, que foi percebido o desconhecimento, em geral; (b) criar redes de diálogos com diversos filhos de pescadores, na perspectiva de apresentar um *menu* de cursos possíveis para eles, não só no *campus* Recife, mas, sobretudo nos *campi* da Região; (c) estabelecer um protagonismo nos alunos de extensão da instituição, tendo em vista que eles foram atores principais em todos encontros com a comunidade; (d) gerar um espírito empreendedor as pessoas da comunidade e alunos do IFPE, uma vez que o círculo exitoso em utilizar as cascas do resíduo como parte de materiais necessários às habitações dos pescadores, com um custo bem abaixo dos convencionais, aguçou, fluxo contínuo, o “espírito cognitivo” para se buscar sempre, a solução dos problemas.

Ademais, outro aspecto não menos importante, foi que todo processo e o produto gerado, pode-se dizer imperativamente que atende ao verdadeiro exercício que fundamenta a lei formadora dos Institutos Federais (Lei 11.892/2008). Como principais pontos representativos: (i) Finalidades e Características: promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente; (ii) Objetivos: realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739. Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **ABNT. NBR 7222. Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **ABNT. NBR 8802: Concreto endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **ABNT. NBR 8522 – Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e determinação de deformação à compressão**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **ABNT. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **ABNT. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **ABNT. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

BOEHS, G.; VILLALBA, A.; CEUTA, L.O.; LUZ, R. J. **Parasites of three commercially exploited bivalve mollusc species of the estuarine region of the Cachoeira river (Ilhéus, Bahia, Brazil)**. Journal of Invertebrate Pathology, v.103, n.1, p.43-47, 2010.

BUTTLER, A. M. **Agregados reciclados na produção de artefatos de concreto**. Revista do Concreto – IBRACON, p. 26 - 29. São Paulo, 2005.

COELHO, S.O.P, ARAÚJO, A.F.G. **A Sustentabilidade como Princípio Constitucional Sistêmico e sua Relevância na Efetivação Interdisciplinar da Ordem Constitucional Econômica e Social: Para Além do Ambiente e do Desenvolvimentismo**. Rev. Faculdade de Direito de Uberlândia. v. 39: 261-291, 2011.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG. Belo Horizonte, 2009.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA – EPAGRI. **Estudo da viabilidade técnica, econômica e financeira de implantação de unidade de beneficiamento de mexilhão**, 2007.

GOHN, M. G. **Educação não formal e o educador social: atuação no desenvolvimento de projetos sociais**. Editora Cortez, v. 1. São Paulo, 2013.

GREMI DE RECUPERACIÓ DE CATALUNYA (ED.). **MEJILLONES: de la mesa a laplanta de reciclado**. Recupera, Barcelona, n. 42, p.237, 01 dez. 2007.

LAYRARGUES, P. P. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2004.

LIMA, H. C.; BARBOSA, J. M.; CORREIA, D. S. **Extração de mariscos por moradores da comunidade de Beira-mar 2**, Igarassu-PE. Manguezais, Editora Universitária da UFPE, p. 1 08-09, 2000.

MOTA, J. M. F.; SILVA, R. F.; MORAES, Y. B. L.; SILVA, A. J. C.; SANTOS, A. M. **Reaproveitamento da concha de marisco como agregados em argamassas e concretos não estruturais**. II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS (ELECS). Rio Grande do Sul, 2017.

MORAES, Y. B. L.; SILVA, R. F.; MOTA, J. M. F.; SANTOS, A. M.; SANTOS, E. *Sustainable social housing project for fishing communities and the use of mariculture waste*. *Brazilian Journal of Development*, ISSN: 2525-8761, 2021.

PETRIELLI, F. A. S. **Viabilidade Técnica e Econômica da Utilização Comercial das conchas de descartadas na localidade do Ribeirão da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina**. Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Centro Tecnológico, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

RÊGO, M. J. A. M.; MOTA, J. M. F.; FAUSTINO, R.; SILVA, I. J. M da; MORAES, Y. B. L. **Avaliação do uso de concha de marisco como agregado miúdo na produção de argamassa para revestimento de piso.** Anais do 58º Congresso brasileiro do concreto, 2016.

RODRIGUES, A. N.; MOTA, J. M. F; SILVA, R. F.; SANTOS, A. M. **Uso da concha de marisco como agregado miúdo na produção de tijolos maciço prensado manualmente.** Anais do 60º Congresso brasileiro do concreto, 2018.

SILVA, Ana Izabella Melo da. **Avaliação do reaproveitamento da concha do marisco como agregado graúdo na produção de concreto não estrutural.** TCC (Curso de graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, S. M. **Uso da casca de marisco na construção civil e seus benefícios socioambientais.** Relatório Final apresentado à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação como parte dos requisitos do Programa de Iniciação Científica do IFPE. Recife, 2017.

SILVA, R. F.; MOTA, J. M. F; MORAES, Y. B. L; SANTOS, A. M. **Utilização do resíduo da maricultura do litoral pernambucano em compósitos cimentícios argamassas e concretos.** Editora Livro Rápido. Olinda, 2020.

YOON G. L., YOON W. Y., CHAE S. K. **Shear Strength and Compressibility of Oyster Shell-sand Mixtures.** Journal Environmental Earth Sciences. Heidelberg – Berlin – Germany. September, 2009.

Zambello, A. V. *et al.* **Metodologia da pesquisa e do trabalho.** Organizador: Thiago Mazucato. Penápolis: FUNEPE, 2018.