**A CONSTRUÇÃO DE UM ESPAÇO SUSTENTÁVEL UTILIZANDO TÉCNICAS DE BIOCONSTRUÇÃO: ASSOCIAÇÃO DE INOVAÇÃO COM SUSTENTABILIDADE**

ALLAN CÉZAR DE ANDRADE CÂNDIDO (IFPB Cabedelo), FABIO AUGUSTO DIAS BARBOSA FILHO (IFPB Cabedelo),, THIAGO LEITE DE MELO RUFFO (IFPB Cabedelo)

**E-mails:** allan.cezar@academico.ifpb.edu.br, augusto.fabio@academico.ifpb.edu.br thiago.ruffo@ifpb.edu.br

**Área de conhecimento:(Tabela CNPq)**: 9270000 Ciências Ambientais

**Palavras-Chave**: Construção sustentável, SalaEco, taipa-de-mão, parede de garrafa PET, hipeadobe, tijolo ecológico..

1. **Introdução**

No Brasil, a construção civil é um dos setores industriais mais importantes, sendo este, essencial para o desenvolvimento do país, visto que contribui de forma significativa tanto para o aumento do PIB (Produto Interno Bruto) quanto para a geração de empregos. Este setor foi responsável por mais 13 milhões de empregos formais, informais e indiretos no Brasil em 2017 (G1, 2017). A construção civil está entre as atividades econômicas que mais consomem recursos naturais, desde a extração de matéria-prima para a produção dos insumos utilizados, até a execução da obra e sua operação ao longo de décadas. Em nosso país, o setor utiliza 75% do que é extraído do meio ambiente, sendo um dos grandes responsáveis por impactos ambientais consideráveis, inclusive, cerca de 50% de todos os resíduos gerados por todos os setores da economia são da construção civil (CBIC, 2013).

Diante dessa preocupação ambiental, propor soluções que tenham como ideia principal a realização de edificações mais sustentáveis e ambientalmente corretas, com o objetivo de amenizar os impactos negativos no meio ambiente durante e após uma construção, vem sendo um dos maiores desafios para pesquisadores ambientalistas na atualidade. Muitos destes vêm estudando a Bioconstrução, um ramo da arquitetura e engenharia, como uma alternativa inovadora a ser utilizada pela construção civil. Conscientes de que a Bioconstrução tem por objetivo estimular a adoção de tecnologias de mínimo impacto ambiental, muitos pesquisadores têm estudado técnicas bioconstrutivas adequadas ao clima, que valorizem a eficiência energética, o tratamento adequado de resíduos e o uso de matérias-primas locais.

Diante do exposto e sabendo que a sustentabilidade tem se tornado cada vez mais imprescindível na construção civil e que a Bioconstrução é uma alternativa inovadora e viável ecologicamente, este trabalho teve como objetivo a construção de um espaço sustentável de aproximadamente 16 m² utilizando técnicas bioconstrutivas diversas. Considerando seu aspecto ecológico e por se tratar de um único cômodo, o referido espaço foi chamado de "SalaEco", cuja finalidade é constituir-se em um Laboratório de Meio Ambiente e espaço de Educação Ambiental.

1. **Materiais e Métodos**

O projeto prático-experimental foi concebido e executado por alunos do IFPB Campus Cabedelo do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas e do Curso Técnico Integrado em Meio Ambiente, sob supervisão dos professores orientadores e de profissionais da área. A SalaEco possui aproximadamente 16m2 e 4 paredes, as quais foram construídas mesclando diferentes técnicas de bioconstrução, a saber: taipa-de-mão, parede de garrafa PET, hiperadobe e tijolo ecológico.

Para a técnica da **taipa-de-mão** foram utilizadas ripas de apreensão e uma argamassa composta de feno, água e barro, o qual parte dele foi obtida a partir do reaproveitamento de um montante que estava sendo utilizado na construção de uma obra próxima a BR 230, em Cabedelo/PB. Para a construção da **parede de garrafa PET**, foram utilizadas garrafas PET de 2L trazidas pelos próprios alunos do campus, as quais foram preenchidas com areia, água ou lixo compactado oriundo das lixeiras das salas de aula. A argamassa foi composta de cimento, areia e barro para a sua estruturação. Já para a construção das paredes de **hiperadobe** foram utilizados sacos de Raschel e barro. Nesta técnica, a massa foi inserida nos sacos e compactada com um pilão. Para a produção dos **tijolos ecológicos** foram utilizados barro, cimento e conhchas de mariscos trituradas, os quais foram obtidos a partir do reaproveitamento de um montante que estava sendo utilizado em uma pesquisa de um dos professores do campus.

Para a construção do telhado ecológico foram utilizados parafusos, madeira de apreensão, telhas e cumeeiras ecológicas comerciais, enquanto que para as portas e janelas, utilizou-se paletes. O acabamento da SalaEco ainda está sendo realizado.

1. **Resultados e Discussão**

Inicialmente foi aplicada a técnica da **taipa-de-mão** na construção das paredes da frente da SalaEco*.* A construção das paredes foi iniciada com a disposição da sua estrutura interna. Primeiramente foi feita a escavação de buracos para a implantação de colunas verticais utilizando ripas que servem como base para a estrutura. Logo depois, foi feita a implantação das colunas e foi feito o entrelaçamento de ripas horizontalmente com arames para sua fixação, formando um gradeado. Em seguida, foi feito o preparo do barro a ser aplicado nas tramas de madeira. Só que diferente da técnica apresentada por Pisani (2004), na qual somente era utilizado o barro, o preparo consistiu na coleta de barro e de feno para dar mais resistência e evitar rachaduras. Esses materiais foram misturados com água por meio de pisadas em cima de uma lona para que o barro não perdesse água para a terra e para que a mistura ficasse homogênea. Posteriormente, foi realizada a aplicação da mistura à trama através de duas pessoas, uma de cada lado da parede, jogando a mistura de barro com feno simultaneamente e com certa força para entrar na trama e unir os dois punhados jogados no mesmo momento. Após a secagem, foi realizado o acabamento das paredes, que foi feito com barro mais fino do que aquele utilizado à trama devido a quantidade maior de argila presente na mistura.

A segunda técnica aplicada foi a **parede de garrafa PET**. Essa técnica foi aplicada na construção da parede de trás da SalaEco. A construção da parede foi iniciada com a coleta e o preenchimento das garrafas com areia, água e lixo proveniente das salas do instituto. Após o preenchimento, foi feita a fundação da parede, a qual se procedeu com a marcação no chão das linhas da parede e com a escavação da vala com profundidade aproximada de 50 cm. Por fim, as garrafas foram dispostas e empilhadas sobre a vala e unidas por uma argamassa composta por cimento, areia e barro na proporção de 1 kg de cimento para 6 kg de areia e para 0,5 kg de barro, diferente da técnica proposta por Galli *et al.* (2013), que utilizaram arame para estruturar as garrafas na formação da parede. A técnica de parede de garrafa PET foi aplicada à SalaEco devido ao fato de ser uma inovação sustentável, por causa uma diminuição significativa dos impactos ambientais causados pelo plástico e também devido ao seu grande potencial de reutilização para a Bioconstrução, pois de acordo com Galli *et al.* (2013), as garrafas apresentam alta resistência térmica e mecânica além ser economicamente e ecologicamente mais viável, visto que o custo e que os impactos ambientais da edificação feita com garrafa PET são muito menores se comparados aos de uma construção convencional.

A terceira técnica aplicada foi a do **hiperadobe**. Essa técnica foi aplicada na construção de metade das paredes laterais da SalaEco. A construção das paredes foi iniciada com a sua fundação. Primeiramente foi aberta uma vala no solo até ser encontrado um terreno estável, o qual foi nivelado. Logo depois, foi feita a impermeabilização da vala com pedras para que os sacos de hiperadobe não entrassem diretamente em contato direto com o chão. Em seguida, foi realizado o preparo da estrutura da parede. Esse preparo foi feito através do preenchimento dos sacos de Raschel com barro composto por cerca de 70% de areia e por aproximadamente 30% de argila, diferente do que foi proposto por Khalili e Vittore (1998) que utilizaram sacos continuos de polipropileno tecido (PP-T). Após o preenchimento dos primeiros sacos, estes foram fechados, dispostos sobre a vala e apiloados até o barro ficar compactado, enquanto que os demais foram preenchidos, fechados e apiloados em cima dos primeiros de forma sucessiva até que fossem erguidas as metades das paredes. E por fim, após erguidas, estas foram compactadas lateralmente para atingir a regularidade que facilitasse o reboco, caso fosse aplicado direto.

A quarta técnica foi a dos **tijolos ecológicos,** a qual foi aplicada na construção de uma parte das paredes laterais, especificamente sobre o hiperadobe. A construção da parede se deu a partir da produção dos tijolos com a coleta e o uso de barro, cimento e conchas de mariscos para inovar e garantir uma maior sustentabilidade, já que este último pode ser encontrado em abundância no local, visto que na técnica proposta por Motta *et al.* (2014), eram utilizados terra, cimento e água. Após a coleta dos materiais, o barro foi peneirado e as conchas de mariscos foram trituradas, com o uso de um triturador forrageiro. Em seguida, utilizando uma prensa manual, foi realizada a produção de tijolos ecológicos conforme a proporção de aproximadamente 454 g de barro, por aproximadamente 454 g de cimento e por aproximadamente 227g de concha de marisco triturada, que este substituiu a areia fina. Por fim, foi realizada a disposição e união dos tijolos sobre a parede de hiperadobe com o uso de argamassa convencional composta por cimento, areia e água.

E a sexta e última técnica foi a do telhado ecológico. A construção do telhado foi feita a partir do reaproveitamento de caibros, ripas, linhas e terças e do uso de cumeeiras e telhas ecológicas comerciais e de parafusos. Em primeiro lugar, foi feita a coleta das madeiras e a compra das cumeeiras e das telhas. E, logo depois, foi feita a instalação e fixação das madeiras com a implantação dos parafusos, para em seguida ser feita a cobertura através da aplicação das telhas e de sua fixação por meio dos parafusos.

1. **Considerações Finais**

Consideramos que a construção de um espaço sustentável utilizando técnicas de bioconstrução está sendo um processo enriquecedor para os envolvidos. A SalaEco está em processo de finalização, passando pela etapa dos acabamentos, e os objetivos estão sendo alcançados a partir da produção do espaço. Vale ressaltar a importância ambiental deste projeto, tendo em vista o reaproveitamento de um grande volume e diversidade de materiais, como as garrafas PET que foram preenchidas com os resíduos sólidos coletados das lixeiras do campus, parte do barro que foi extraído do local da obra, as conchas de mariscos oriundas da atividade das marisqueiras da região, madeiras oriundas de apreensão e de descartes, que estavam disponíveis no instituto, etc.

Outra valiosa proposta deste trabalho é apresentar o espaço como um Laboratório de Meio Ambiente, demanda do curso Técnico em Meio Ambiente do campus, além de constituir-se como um espaço para visitação e promoção da Educação Ambiental. A materialização do projeto prático-experimental da SalaEco oferecerá subsídios importantes para pesquisas de viabilidade ecológica e econômica de projetos de Bioconstrução, a qual já tem sido apontada por muitos pesquisadores da área como uma alternativa para combater o déficit habitacional que existe em nosso país.

Por fim, o projeto SalaEco contribuirá com a difusão dos ideais da Bioconstrução como uma alternativa que pode contribuir para que alcancemos o desenvolvimento sustentável, por tratar-se de uma prática de viabilidade econômica, ambiental e social, tendo em vista que para algumas ações, dispensa uma mão de obra altamente especializada, possibilitando que a construção seja feita pela própria comunidade, obviamente, orientada por profissionais da área.

**Agradecimentos**

Agradecemos à Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PRPIPG) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) pelo apoio financeiro e aos demais membros da equipe que estiveram envolvidos nas atividades de construção da “SalaEco”.

**Referências**

CBIC. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)**. Banco de Dados. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/hom/. Acesso em: 06 de ago. 2021.

EM MOVIMENTO. **Por que o Brasil precisa da construção civil para voltar a cresce**r. G1, 2017. Disponível em: https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/por-que-o-brasil-precisa-da-construcao-civil-para-voltar-a-crescer.ghtml. Acesso em: 6 ago. 2021.

GALLI, Bárbara *et al*. Uso de garrafas de poli-tereftalato de etileno–PET como insumo alternativo na construção de edificações residenciais. **Revista de Arquitetura Imed**, v. 1, n. 2, p. 174-181, 2013.

KHALILI, Nader.; VITTORE, Phill. Earth architecture and ceramics, the sandbag/superadobe/superblock construction system, Call-Earth Institute. In: **International Conference of Building Officials, Building Standards**. 1998.

MOTTA, Jessica Campos Soares Silva *et al*. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **Revista E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014.

PISANI, Maria Augusta Justi. Taipas: a arquitetura de terra. **Revista Sinergia**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 09-15, 2004.

ROY, Rob. **Cordwood Building:** A Comprehensive Guide to the State of the Art-Fully revised Second Edition. New Society Publishers, 2016.