

ESTUDO DO TIJOLO ECOLÓGICO: UMA PRODUÇÃO EM COMUNIDADE

III Congresso Online de Engenharia de Materiais. inscrições encerradas, 4ª edição, de 27/04/2021 a 30/04/2021
ISBN dos Anais: 978-65-89908-00-5

MEIRELES; Marcos Martins¹, SANDES; Alan V.², TAVARES; Danielly C.³, MATIAS; Guttenberg A.⁴, SANTOS; José L.⁵, SILVA; Nayan M.⁶, ROCHA; Ray D.⁷, SILVA; Silmayko G.⁸

RESUMO

RESUMO O presente artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade da produção do tijolo ecológico. A pesquisa sobre a viabilidade da produção do tijolo reside na necessidade de mudança de consciência sobre o contexto atual caracterizado pela degradação do planeta. Nessa perspectiva, a produção do tijolo ecológico torna-se mais sustentável e eficaz por se tratar de um produto que não precisa ser levado ao forno, evitando a queima de madeira. O projeto denominado “369 Sonhos” desenvolvido por universitários da Universidade Federal de Alagoas em uma comunidade carente na sede de Delmiro Gouveia- AL tem como propósito pensar um espaço de produção do tijolo ecológico, com o intuito do melhoramento da renda e qualidade de vida dos moradores. Na pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: solo arenoso e argiloso, cimento portland do tipo CP32-II e marca poty, água potável. Os elementos foram misturados nas seguintes proporções: dois baldes de areia, um balde de argila, um de cimento e meio balde de água, correspondendo ao traço 3:1(três por um). Na etapa seguinte foram preparados os corpos de provas para os ensaios de resistência à compressão e ensaio de absorção, de acordo com as normas vigentes. Os resultados de resistência à compressão simples foram divergentes entre os ensaios realizados pela Associação de Desenvolvimento Comunitário (ADC) e pelos estudantes da pesquisa. Desse modo, resultados obtidos pela comunidade ficaram acima de 2,0 Mpa (20 kgf/cm²), recomendados pela NBR 8492. Enquanto os resultados obtidos pelos estudantes da pesquisa ficaram abaixo dessa média. No que diz respeito ao ensaio de absorção de água, os valores médios foram inferiores a 20% (vinte por cento), obedecendo às normas. O estudo em questão constatou através dos ensaios, a viabilidade da produção do tijolo ecológico, apontando para a utilização de outros traços, com o custo menos elevado, já experimentados em outros estudos. Nesse sentido, a ideia de sustentabilidade, consciência ambiental e cidadania prevalecem como trunfo dessa pesquisa abrindo novas possibilidades para essa comunidade. **ABSTRACT**

This article aims to evaluate the viability of ecological brick production. The research on the viability of brick production resides in the need to change consciousness about the current context characterized by the degradation of the planet. In this perspective, the production of ecological brick becomes more sustainable and effective because it is a product that does not need to be taken to the oven, avoiding the burning of wood. The project called “369 Dreams” developed by university students from the Federal University of Alagoas in a poor community at the headquarters of Delmiro Gouveia- AL has the purpose of thinking about an ecological brick production space, with the aim of improving the income and quality of life of the students. residents. In the research, the following materials were used: sandy and clayey soil, Portland cement of the type CP32-II and brand poty, drinking water. The elements were mixed in the following proportions: two buckets of sand, one bucket of clay, one of cement and half a bucket of water, corresponding to the line 3: 1 (three by one). In the next stage, the specimens were prepared for the compressive strength and absorption tests, in accordance with current regulations. The results of resistance to simple compression were divergent between the tests carried out by the Community Development Association (ADC) and by the research students. In this way, results obtained by the community were above 2.0 Mpa (20 kgf

¹ UFAL, marcosmarme@hotmail.com

² UFAL, alanops155@gmail.com

³ UFAL, danytvrs@gmail.com

⁴ UFAL, guttguittar@hotmail.com

⁵ UFAL, lucassasantos2018@outlook.com

⁶ UFAL, nayanmiguel.1996@gmail.com

⁷ UFAL, rdouglasalves@hotmail.com

⁸ UFAL, silmayko@hotmail.com

/ cm2), recommended by NBR 8492. While the results obtained by the research students were below this average. With regard to the water absorption test, the average values were less than 20% (twenty percent), in compliance with the standards. The study in question found through the tests, the viability of the production of ecological brick, pointing to the use of other features, with a lower cost, already experienced in other studies. In this sense, the idea of sustainability, environmental awareness and citizenship prevails as an asset of this research, opening up new possibilities for this community. **3 INTRODUÇÃO**

A viabilidade da produção e aplicação do tijolo ecológico, também conhecido como tijolo solo-cimento vem sendo comprovada em estudos como de Ribeiro (2013) e revisão de literatura sobre o tema Morais, Chaves e Jones (2014), quando se analisa questões técnicas, ambientais e econômicas na produção em pequena escala, tendo em vista que em grande escala os métodos de produção torna-se inviável economicamente, já que ainda apresenta processo de fabricação consideravelmente mais lento do que o tijolo convencional. A relevância de pesquisar sobre a viabilidade da produção e aplicação do tijolo ecológico reside na necessidade de mudança de consciência sobre o contexto atual caracterizado pela degradação do planeta, desmatamento, poluição, produção de lixo e déficit de moradia. Assim, buscar alternativas de fabricação de produtos inovadores que demandam menor consumo de materiais, que envolvam exercício da cidadania, (trabalho, renda e moradia) se conecta a ideia da sustentabilidade e em última instância a defesa da vida. Nessa perspectiva, a produção do tijolo ecológico torna-se mais sustentável e eficaz por se tratar de um produto que não precisa ser levado ao forno, evitando a queima de madeira e utilização de combustíveis. Além disso, “é um produto [...] durável, resistente, [...] de baixo custo e com alto potencial de aplicabilidade na construção civil no que se refere à construção de moradias populares” (MORAIS, CHAVES e JONES, 2014, p. 6). A sustentabilidade teve por muito tempo vinculado a dimensão ambiental, sustentada na ideia “de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência”; e a dimensão econômica, que se baseia no “aumento da eficiência da produção e do consumo com economia crescente de recursos naturais, [...] fontes fósseis de energia, água e minerais, e inovação tecnológica” (NASCIMENTO, 2012, p. 56). Os embates ocorridos nas reuniões de Estocolmo (1972) e Rio (1992) transformaram a noção de sustentabilidade em Desenvolvimento Sustentável. A perspectiva desse conceito ampliado trouxe em seu bojo, o entendimento de que desenvolvimento circunda não apenas na dimensão ambiental, mas também na dimensão social. Nessa dimensão social, entende-se que a pobreza provoca agressões ambientais, sendo necessário pensar a sustentabilidade pelo viés que considere a equidade social e a qualidade de vida. A ideia perpassa por erradicação da pobreza e definição de padrão de desigualdade aceitável, delimitação de limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais. A própria definição de sustentabilidade na dimensão social, pressupõe direitos e deveres, e traz em seu cerne o conceito de cidadania, tendo em vista que “uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros” (NASCIMENTO, 2012, p. 56). Nesse contexto, a educação ambiental deve destacar os problemas ambientais que decorrem da desordem e degradação da qualidade de vida nas cidades e regiões. Desse modo, concordando com a visão de Jacobi (2003) a educação ambiental, situando em um contexto mais amplo, revela-se como educação para a cidadania, configurando-a como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. Nessa perspectiva, a educação ambiental situa no “desafio do fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, concretiza-se pela possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres, e de se converter, portanto, em ator co-responsável na defesa da qualidade de vida” (JACOBI, 2003, p. 197). O projeto denominado “369 Sonhos”

¹ UFAL, marcosmarme@hotmail.com

² UFAL, alanops155@gmail.com

³ UFAL, danytvrs@gmail.com

⁴ UFAL, guttguittar@hotmail.com

⁵ UFAL, lucassasantos2018@outlook.com

⁶ UFAL, nayanmiguel.1996@gmail.com

⁷ UFAL, rdouglasalves@hotmail.com

⁸ UFAL, silmayko@hotmail.com

desenvolvido por universitários da Universidade Federal de Alagoas em uma comunidade carente na sede de Delmiro Gouveia, constituída por pouco mais de trezentas famílias, caracterizada pelo baixo nível de escolaridade, falta de saneamento básico e baixa renda. Tem como um dos propósitos pensar um espaço de produção do tijolo ecológico, com o intuito do melhoramento da renda e da qualidade de vida. Pensando nessa totalidade, o estudo tem como objetivo, analisar a viabilidade da produção de tijolos ecológicos na comunidade, considerando as temáticas: educação ambiental, desenvolvimento sustentável e cidadania. Assim buscou-se acompanhar e realizar experimentos referentes aos processos de fabricação do tijolo ecológico; discutir questões relacionadas à educação ambiental, sustentabilidade e cidadania presentes nas experiências de fabricação dos tijolos ecológicos; identificar problemas de ordem econômica administrativo-organizacional. **4 METODOLOGIA**

Este artigo se apresenta como desdobramento dos estudos desenvolvidos na disciplina ACE Ambiental I do curso de engenharia civil no segundo semestre de 2019.

O estudo teve como principal foco a pesquisa experimental, vivenciada a partir da produção de tijolos ecológicos; caracterizou-se por levantamento bibliográfico sobre os temas: educação ambiental, sustentabilidade, cidadania e coleta de dados sobre a comunidade e atores do projeto, abrangendo condição de vida e de trabalho.

A coleta de dados sobre o projeto e seus atores foi obtida através de informações e documentos cedidos pelos monitores, responsáveis pela elaboração e execução; e por meio de observações realizadas pelo grupo de estudantes da pesquisa em visitas à comunidade.

Em se tratando de métodos, foram utilizados pelos atores do projeto, ensaios de resistência à compressão, por meio de corpos de provas. Mais tarde, tais ensaios foram repetidos pelo grupo de estudantes da pesquisa, utilizando tijolos de solo-cimento. Foram ainda executados pelos estudantes, ensaios de caracterização do solo e das misturas em conformidade com as normas técnicas brasileiras vigentes.

Quanto aos ensaios de resistência à compressão simples, realizados pela comunidade e de absorção realizados pelos estudantes da pesquisa, conforme as prescrições da NBR-8492 conferiram o valor médio de resistência à compressão acima de 2,0 Mpa (20 Kgf/cm²) e individuais acima de 1,7 Mpa (17 Kgf/cm²); valores médios de absorção de água inferiores a 20%, (vinte por cento) e individuais inferiores a 22% (vinte e dois por cento). **5**

RESULTADOS E DISCUSSÃO 5.1 Mistura e moldagem dos tijolos

Na pesquisa experimental foram utilizados os materiais, que se constituem como componentes da mistura: solo arenoso e argiloso proveniente da região, cimento portland do tipo CP32-II e marca Poty, água potável fornecida pela rede pública de abastecimento. A preparação do solo e da mistura se configurou pelo peneiramento do solo (areia e argila) em peneira 4,8 mm e pela argamassa com coloração uniforme, adquirida a partir da mistura do solo peneirado com cimento, seguida da adição da água. Os elementos foram misturados nas seguintes proporções: dois baldes de areia, um balde de argila, um de cimento, e meio balde de água, correspondendo o traço 3:1 (três por um).

Antes da produção, verificou-se a umidade da argamassa de duas maneiras, seguindo as ideias de Pires (2004), apanhando um punhado da mistura e apertando-o fortemente entre os dedos e a palma da mão, ao abrir da mão, observou-se marcas deixadas pelos dedos no bolo; ao deixar o bolo cair de uma altura aproximada de 1 metro sobre uma superfície dura, evidenciou-se o esfarelamento do mesmo.

Na confecção dos corpos de prova, utilizou-se prensa manual da marca Sahara, na qual produziu-se vinte tijolos modulares e vazados de encaixe de solo-cimento, nas dimensões 10cm x 20cm. Tais tijolos foram curados de acordo com as prescrições da NBR-8491. Assim, algumas horas após a moldagem, as peças foram umedecidas, constante e frequentemente durante os sete primeiros dias para garantir cura necessária.

Na etapa seguinte foram preparados os corpos de provas para os ensaios de resistência à compressão simples. Nesse sentido, os tijolos foram cortados ao meio, e em seguida empilhados, com uma camada fina de argamassa, formando colunas. **5.2**

¹ UFAL, marcosmarme@hotmail.com

² UFAL, alanops155@gmail.com

³ UFAL, danytvrs@gmail.com

⁴ UFAL, guttguittar@hotmail.com

⁵ UFAL, lucassasantos2018@outlook.com

⁶ UFAL, nayanmiguel.1996@gmail.com

⁷ UFAL, rdouglasalves@hotmail.com

⁸ UFAL, silmayko@hotmail.com

Determinação da resistência à compressão simples

Conforme a NBR

8492, os valores individuais de resistência à compressão, expressos em Mpa (Kg/cm^2) são obtidos dividindo-se a carga máxima observada durante o ensaio (em N ou Kg) pela média das áreas das duas faces de trabalho (em mm^2 ou cm^2). O resultado obtido no primeiro ensaio de compressão simples, realizado pela Associação de Desenvolvimento Comunitário (sete dias após a produção) foi de 2,13 Mpa como valor da média, tendo quatro dos valores individuais acima de 1,7 Mpa. No ensaio de compressão simples realizado pelos estudantes da pesquisa, no décimo dia após a confecção dos corpos de prova, teve uma média abaixo de 2,0 Mpa, valores individuais abaixo de 1,7. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão simples realizada pelos estudantes da pesquisa.

Tabela 1 – Ensaio de Resistência à compressão simples: realizado pelos estudantes da pesquisa

Tijolo de solo-cimento	Corpo de prova	Face de trabalho	Resistência à compressão	Comprimento (m)	Largura (mm)	Altura (mm)	Área (mm^2)	Carga de ruptura	Tensão (Mpa)	(tnf) (N)													
1	100	100	47	10000	1,56	15.298,37	1,52	2	100	100	47	10000	1,11	10.885,38	1,08	3	100	98	48	9800	1,39	13.631,24	1,34

Média 1,31 **Fonte: Autores (2020)**

5.3 Determinação da absorção

De acordo com a NBR 8492, os valores individuais de absorção de água, expressos em percentagem, são obtidos pela seguinte expressão: $A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$ Onde: M_1 = massa do tijolo seco em estufa; M_2 massa do tijolo saturado e A = absorção da água em percentagem.

São observados na tabela 2 os valores referentes aos resultados do ensaio de absorção do tijolo solo-cimento.

Tabela 2 - Ensaio de Absorção de água: realizado pelos estudantes da pesquisa

Tijolo de solo-cimento	Corpo de prova	Massa seca - m_1 (g)	Massa saturada - m_2 (g)	Absorção de água (%)							
1	1417	1598	12,77	2	1490	1659	11,34	3	1407	1588	12,86

Média 12,32

5.4 Os experimentos na produção do tijolo ecológico

Entre todos os aspectos, um dos mais importantes é o estudo técnico do objeto em questão, o tijolo ecológico. Uma das funções primordiais da pesquisa é buscar um equilíbrio satisfatório para uma produção responsável, de custos dentro de uma margem aceitável e um produto que tenha a qualidade desejada para a aplicação. Nos nossos ensaios de resistência à compressão simples, realizados em ciclos predefinidos nas normas técnicas (NBR-8492) constatou-se divergência entre os resultados obtidos pela Associação de Desenvolvimento Comunitário e os resultados obtidos pelos estudantes da pesquisa. Desse modo, resultados obtidos pela comunidade, ficaram acima de 2,0 Mpa ($20 \text{ kgf}/\text{cm}^2$), recomendados pela NBR 8492. Enquanto resultados obtidos pelos estudantes da pesquisa ficaram abaixo dessa média. Nessa perspectiva, o tijolo ecológico produzido pelos estudantes da pesquisa não atendeu as expectativas no aspecto resistência à compressão simples. Uma possível explicação reside em duas questões: 1) O material utilizado, "cimento empedrado" devido ao mau armazenamento; 2) O método de cura: em alguns momentos os tijolos foram submersos em baldes de água e não feito com regador com chuveiradas como sugere Pires (2004). O tijolo solo-cimento também passou por testes de absorção no qual foi submetido a uma avaliação, conforme a (NBR-8492), na qual verificou-se a secagem do tijolo, procedimento este realizado em estufa e saturado quando o mesmo foi submerso em água. Após as exposições e o processo de pesagem de cada tijolo conferiu-se uma absorção de água inferior a 20% (vinte por cento) e valores individuais inferiores a 22% (vinte e dois por cento), números aceitáveis conforme os critérios normativos.

6 CONCLUSÃO As experiências presentes na fabricação do tijolo solo-cimento no contexto da comunidade estão relacionadas aos conceitos de sustentabilidade, educação ambiental e cidadania, não apenas pela questão dos processos de trabalho que caracteriza-se por menos poluição, mas pela possibilidade de inserção social e do resgate da dignidade de um grupo. Apesar da divergência dos resultados apresentados nos experimentos de resistência à compressão simples, o estudo constatou a viabilidade técnica da produção do tijolo ecológico, um artefato

¹ UFAL, marcosmarme@hotmail.com

² UFAL, alanops155@gmail.com

³ UFAL, danytvrs@gmail.com

⁴ UFAL, guttguittar@hotmail.com

⁵ UFAL, lucassasantos2018@outlook.com

⁶ UFAL, nayanmiguel.1996@gmail.com

⁷ UFAL, rdouglasalves@hotmail.com

⁸ UFAL, silmayko@hotmail.com

confeccionado de forma simples, sem a queima de madeira ou combustíveis. Tendo em vista as pretensões da comunidade que abrange a fundação de uma fábrica de pequeno porte, conseqüentemente, o desenvolvimento socioeconômico do bairro, pode-se considerar que o projeto é viável técnica, ambiental e economicamente, por se tratar de um projeto que utilizará métodos de produção em pequena escala. Por fim, o contato com trabalhos sobre a produção do tijolo ecológico como de Gallo Netto (2009); e Silva (2018), revelou a possibilidade de se desenvolver um produto mais resistente e com custo menos elevado. Portanto, a pesquisa aponta para a fabricação do tijolo ecológico, a partir da utilização de outros traços com menor quantidade de cimento, com adição de outros materiais como fibra de casca de coco, já experimentados com êxito.

REFERÊNCIAS ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8492: Tijolo Maciço de Solo-Cimento – Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção D'Água**. Rio de Janeiro, 1984. 5p. GALLO NETTO, Carmo Construindo com tijolos ecológicos. **Jornal da Unicamp**. Campinas, 7 a 13 de setembro de 2009 JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, n. 118, p. 189-206, Mar. 2003. MORAIS, Marcelo Brito de; CHAVES, Armando Macêdo; JONES, Kimberly Marie. Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea. **Revista Pensar Engenharia**, v.2, n. 2, Jul./2014. NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. PIRES, Ilma Bernadette Aquino. A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), **Universidade Salvador – UNIFACS**, Salvador, 2004. RIBEIRO, Lincoln Ronyere Cavalcante. Processo de produção e viabilidade do tijolo modular de solo-cimento na construção civil no estado do RN. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia), **Universidade Federal Rural do Semiárido** Departamento De Ciências Ambientais e Tecnológicas Curso de Ciência e Tecnologia, Mossoró, 2013. SILVA, Franco Felix Caldas *et al.* Tijolo de solo-cimento com adição de fibras de coco como alternativa sustentável para construção. **Revista Expressão Científica** - Online - ISSN 2447-9209 | Volume III, Ano 03, Nº2 – 2018.

PALAVRAS-CHAVE: Tijolo Ecológico, Sustentabilidade, Produção, Comunidade.

¹ UFAL, marcosmarne@hotmail.com

² UFAL, alanops155@gmail.com

³ UFAL, danytvrs@gmail.com

⁴ UFAL, guttguittar@hotmail.com

⁵ UFAL, lucassasantos2018@outlook.com

⁶ UFAL, nayanmiguel.1996@gmail.com

⁷ UFAL, rdouglasalves@hotmail.com

⁸ UFAL, silmayko@hotmail.com