

Linha Editorial:

Redução do impacto ambiental na construção civil com o uso do tijolo solo-cimento.

Gustavo Ritter da Silva¹; Elson Eduardo de Oliveira Paulo²

Resumo: O texto aborda a expansão urbana e seu impacto ambiental pela construção civil, citando a escassez de recursos naturais e a poluição gerada pelas indústrias de tijolos cerâmicos. Destaca o problema do desperdício de materiais na alvenaria convencional em Guarantã do Norte-MT. Apresenta o tijolo solo-cimento como alternativa sustentável, detalhando sua composição e processo histórico. O déficit habitacional na região é mencionado, apontando a viabilidade econômica do tijolo solo-cimento para construções acessíveis. Analisa a matéria-prima local e descreve o processo de fabricação, destacando a possibilidade de inclusão de resíduos na composição.

Palavras-chave: Tijolo solo-cimento; Impacto ambiental.

Abstract: The text addresses urban expansion and its environmental impact caused by the construction industry, mentioning the scarcity of natural resources and the pollution generated by ceramic brick industries. It highlights the issue of material waste in conventional masonry in Guarantã do Norte-MT. It presents the soil-cement brick as a sustainable alternative, detailing its composition and historical process. The housing deficit in the region is mentioned, indicating the economic viability of soil-cement bricks for affordable constructions. It analyzes local raw materials and describes the manufacturing process, emphasizing the possibility of including waste in the composition.

Keywords: Soil-cement brick; Environmental impact.

¹Gustavo Ritter da Silva, Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade de Guarantã do Norte (UNIFAMA, Guarantã do Norte-MT, 2023). E-mail: guritterds@gmail.com. Novembro de 2023.

²Elson Eduardo de Oliveira Paulo, Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG, Várzea Grande-MT, 2018), Especialista em planejamento, gerenciamento e controle de obras pela CEGESP (Cuiabá-MT, 2019), Especialista em metodologia e didática do ensino pela União das Faculdades de Mato Grosso (UNIFAMA, Guarantã do Norte-MT, 2019), Técnico em transações imobiliárias pelo Centro de Tecnologia e de Educação Profissional (CETEPS, Sinop-MT, 2020) e Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG, Várzea Grande-MT, 2023). Atualmente docente do ensino superior na União das Faculdades de Mato Grosso em Guarantã do Norte – MT, Rua Jequitiba, nº 40, Jardim Aeroporto. Cep.: 78520-000. E-mail: elsoneduardod37@gmail.com. Novembro de 2023.

1. INTRODUÇÃO

A grande expansão urbana demanda um expressivo número de novas edificações e causa um impacto ambiental preocupante através da construção civil. O crescimento na procura de recursos naturais a serem usados como obra-prima contrasta com a cada vez maior escassez deles. Segundo Mattes (2019), entre 40% e 75% dos recursos naturais mundiais utilizados tem como fim a construção civil.

Além disso, as indústrias relacionadas ao setor impactam severamente na poluição do ar, gerando gases nocivos aos seres humanos. As indústrias produtoras de tijolos e blocos cerâmicos, por exemplo, gastam recursos naturais como carvão ou madeira para a queima dos produtos e produzem gases tóxicos como o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO₂). Segundo Manfredini (2003), cada tijolo cerâmico leva cerca de 0,20 kg de carvão ou 0,30 kg de madeira para o processo de queima.

Figura 1: Forno de uma olaria queimando madeira



Fonte: Tresuno, Disponível em:
<<http://tresunoiec.blogspot.com/2012/01/fornos-olaria-pavani.html>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

No município de Guarantã do Norte-MT, predominam as construções em alvenaria convencional, com o uso de tijolo cerâmico para fins de vedação. Este material, além do impacto durante a sua produção, produz um volume imenso de resíduos sólidos, que nem sempre são destinados de maneira correta. O desperdício médio de materiais no sistema construtivo citado alcança médias de 17% para tijolos e 113% para argamassa de assentamento.

Figura 2: Resíduos de construção civil



Fonte: Dantte Saliba (2018), Disponível em: <<https://www.trilhoambiental.org/post/2018/10/05/a-import-25c3-25a2ncia-do-gerenciamento-de-res-25c3-25aduos-da-constru-25c3-25a7-25c3-25>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Nesse contexto, surge como uma opção o tijolo solo-cimento, também conhecido como tijolo ecológico. O bloco recebe as referidas denominações por levar em sua composição solo, cimento e água e por dispensar a queima.

Este trabalho tem por objetivo apresentar essa técnica construtiva, sua viabilidade de produção na região norte do estado de Mato Grosso, além do seu menor impacto ambiental e a possível economia no valor da obra com esse material.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Garantã do Norte – MT e sua História

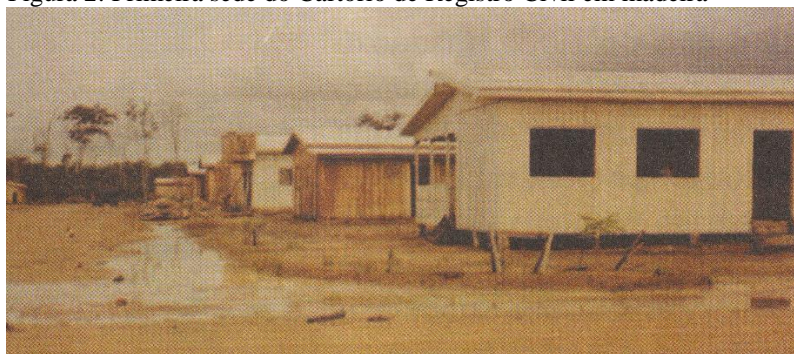
Segundo Caffone Lima (2017), o município de Garantã do Norte tem sua história iniciada na década de 70, durante a abertura da rodovia BR-163, que liga a capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, ao município de Santarém, no estado do Pará.

Em 1979, através do projeto de colonização PAC de Peixoto de Azevedo idealizado pelo INCRA e pela Cooperativa Triticola Erechim Ltda. (COTREL), as famílias afetadas pela construção da barragem do Rio Jacuí em Cruz Alta – RS vieram para a região do atual município em busca de novas terras a serem exploradas pela agricultura e pecuária. O mesmo aconteceu com as famílias arrendatárias de terras no Paraguai, que não puderam renovar seus contratos de arrendamento e, através do INCRA, vieram para Garantã do Norte e participaram ativamente do processo de colonização da região.

2.1.1. Construção Civil

Se tratando da construção civil, as primeiras edificações foram levantadas pelos próprios desbravadores da região, utilizando-se da própria madeira que era fruto do desmatamento na região para abertura de estradas e terras. Caffone Lima (2017) relata que as primeiras escolas foram construídas em Pau a Pique e cita várias outras edificações construídas em madeira, como a primeira sede do Cartório de Registro Civil. Até os anos 2020 ainda existem diversas edificações em madeira, incluindo as que foram construídas na época da fundação e outras que foram sendo levantadas posteriormente.

Figura 2: Primeira sede do Cartório de Registro Civil em madeira



Fonte: Caffone Lima (2017)

No cenário atual, a grande maioria das construções residenciais no município utiliza da alvenaria como sistema construtivo, utilizando-se de pilares e vigas em concreto armado e fechamento das paredes com tijolo cerâmico furado.

Existem diversas indústrias que produzem esse tipo de bloco no município, colaborando com o impacto ambiental, uma vez que a cura desse tipo de bloco depende do processo de queima. Além disso, pela fragilidade do bloco, a quantidade de resíduos gerados nas obras é muito grande, e muitas vezes estes não são reaproveitados no mesmo lugar, exigindo o transporte, que também contribui com o desequilíbrio ambiental através dos gases emitidos pelos veículos que realizam esse deslocamento.

Além da alvenaria, edificações em bloco estrutural começaram a surgir em meados de 2018, mas sua popularidade e adesão ainda não é tão significativa quanto a da alvenaria convencional.

2.1.2. Déficit Habitacional

Segundo o Censo 2022, a população de Guarantã do Norte é de 31.024 habitantes, e segundo o Censo de 2010, 36,3% da população tem um rendimento mensal per capita de até meio salário-mínimo. Dessa forma, muitos não possuem residência própria por falta de

condições financeiras. De acordo com a Secretaria de Estado de Assistência Social e Cidadania (Setasc-MT), 140 mil famílias não tem moradia digna no estado de Mato Grosso.

Oliveira (2020) considera que em uma edificação com tijolo solo-cimento há redução de cerca de 30% do tempo de construção, quase 100% de redução do uso de madeira para formas, 70% de economia em concreto e argamassa e 50% de economia no ferro. Toda essa economia de tempo e material pode possibilitar que pessoas com menores condições financeiras tenham sua casa própria.

2.1.3. Matéria-prima na região

Informações do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA) do IBGE, mostram que 66,40% do território de Guarantã do Norte é coberto por Neossolos Litólicos, definidos pela Embrapa como solos rasos, relacionados a relevos declivosos. A pesquisa ‘Características físicas e químicas de Neossolos Litólicos nos Biomas Brasileiros’ revela que em média, os Neossolos Litólicos da região Amazônica, a qual o município está inserido, possuem 463,5g/kg de areia, 277g/kg de silte e 214,5g/kg de argila. Estes números se aproximam da composição necessária para a produção de blocos solo-cimento,

2.2. O QUE É O TIJOLO SOLO-CIMENTO

2.2.1. Definição

Solo-cimento é a mistura de solo com o cimento Portland, que atua como estabilizante químico, e água. A incorporação deste agente estabilizante ao solo, juntamente com o processo de estabilização mecânica por meio da compactação, conduz a um aprimoramento das propriedades iniciais do material, resultando em um aumento da resistência, redução da permeabilidade, mitigação dos efeitos adversos dos agentes do intemperismo e capacidade de suportar cargas de trabalho superiores às que o solo poderia suportar por si só.

Figura 2: Tijolos de solo-cimento



Fonte: Karla Cunha (2012), Disponível em: <<https://www.karlacunha.com.br/tijolo-solo-cimento/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

2.2.2. Histórico

Cytryn (1957), afirma que a primeira solução encontrada pelo homem primitivo para a construção de abrigos eficientes contra seus predadores foram as construções com terra, sendo o registro mais antigo da tecnologia de construção em terra um adobe de 5.000 a.C., encontrado na Mesopotâmia.

Segundo Bauer (1995), há pelo menos dez mil anos o solo é usado como material para construção, com registros em culturas antigas como a grega e a romana. Algumas obras desse período ainda conservam sua qualidade estética e principalmente estrutural.

Grande (2003) revela que a primeira vez em que se utilizou a mistura de solo e cimento Portland como material de construção foi em 1915, nos Estados Unidos, pelo engenheiro Bert Reno, que uniu areia de praia com conchas marinhas e cimento para pavimentar uma rua.

No Brasil, o interesse pelo solo-cimento começou a crescer a partir de 1936, quando a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) regulamentou o seu uso. Inicialmente, o solo-cimento foi empregado na criação de bases e sub-bases para estradas.

De acordo com Heise (2004), as primeiras aplicações do solo-cimento no Brasil ocorreram no início da década de 1940, incluindo a pavimentação da pista do aeroporto de Petrolina (PE) em 1941 e a edificação de residências em Petrópolis (RJ). Na mesma época, o arquiteto Lucio Costa adotou o sistema construtivo de pau-a-pique e o painel monolítico de solo-cimento em um projeto para a construção da Vila Operária de João Monlevade (MG).

2.3. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Segundo Pisani (2006) o processo de fabricação se inicia com a escolha do solo, que pode variar dependendo do resultado que se espera. Oliveira (2020) afirma que, pelo fato da composição do bloco de solo-cimento possuir um volume maior de solo, este deve ser selecionado cuidadosamente a fim de diminuir o volume de cimento Portland a ser utilizado.

Minguela (2007) defende que qualquer solo pode ser usado para a fabricação do bloco solo-cimento, com exceção apenas dos solos com alto teor de matéria orgânica e sulfatos, pois estes prejudicariam a resistência e durabilidade. Solos mais arenosos, são mais efetivos por proporcionarem maior facilidade na mistura e maior resistência ao produto.

A ABNT NBR 10833 define que o solo a ser utilizado na fabricação de tijolos de solo-cimento deve passar 100% pela peneira ABNT 4,8mm e de 10 a 50% pela peneira ABNT 0,075mm. Além disso o limite de liquidez deve ser igual ou menor que 45 e o limite de plasticidade, igual ou menor do que 18.

Pisani (2006) coloca como segundo passo da fabricação, a retirada do material do local de origem, seja de forma manual, com enxadas e pás, ou mecânica, com retroescavadeira por exemplo. O seguinte passo é o transporte do material até o local onde serão produzidos os tijolos. Após o transporte, o solo é preparado, retirando gravetos, pedregulhos e outros materiais que possam atrapalhar o processo. No seguinte passo, o solo é peneirado, triturado e peneirado novamente para garantir o maior desempenho e aproveitamento do material.

Figura 3: Triturador de Solo



Fonte: Verde Equipamentos, Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/triturador-de-terra-2/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Figura 4: Peneira Rotativa



Fonte: Verde Equipamentos, Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/peneira-rotativa/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Na etapa seguinte o solo já preparado é dosado junto ao cimento Portland, a água potável, a aditivos, como corantes e impermeabilizantes, caso necessário ou desejável, e outros materiais, como resíduos de construção civil, incluindo blocos cerâmicos quebrados, resíduos de argamassa, ou outros materiais, como fibras.

A etapa de amassamento é descrita por Pisani (2006) como o processo onde se misturam os materiais até formar uma massa totalmente homogênea, para que possam prosseguir para a moldagem, etapa onde a massa é prensada de forma manual ou mecânica em formas que garantem o acabamento dos encaixes dos tijolos e sua boa aparência.

Figura 5: Prensa hidráulica



Fonte: Verde Equipamentos, Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/maquina-de-tijolo-ecologico-hidraulica/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

A última etapa da confecção dos blocos é a cura. Nessa etapa são necessários cuidados como: empilhar os blocos assim que saírem da forma para evitar deformações enquanto úmido; garantir o nivelamento da área de armazenamento para que os tijolos não se deformem; pulverizar água sobre os tijolos para que não sequem rápido demais e percam suas propriedades; manter os elementos cobertos com lona e protegidos dos ventos e do sol para evitar a perda excessiva de água; evitar o transporte antes do terceiro dia de cura e manter o número de tijolos empilhados de acordo com o tamanho e peso dos tijolos.

2.4. INCLUSÃO DE MATERIAIS DE DESCARTE

O artigo ‘Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto’ conclui que os tijolos de solo-cimento possibilitam a adição de até 60% de resíduos em relação a massa do solo e garante que mesmo com adição de resíduos de construção os tijolos atendem plenamente as normas brasileiras. Além disso, ainda revela que há possibilidade de utilizar

dosagens com menos de 6% de cimento na confecção de tijolos solo-cimento quando se usam resíduos de concreto.

Santos Neto (2015) revela que também é possível utilizar o resíduo de corte de mármore e granito na composição do tijolo solo-cimento, e demonstra um ganho de 0,35 Mpa ao adicionar este material a composição dos tijolos.

2.5. FORNECEDORES

No Brasil existem diversas empresas que fabricam e comercializam, tanto os tijolos já prontos quanto as máquinas e equipamentos necessários para a fabricação deles. Entre as que comercializam os equipamentos estão a Verde Equipamentos, Alroma, Eco Máquinas, Vimaq Prensas, Jarfel, entre outras. A produção e comercialização dos equipamentos em território nacional possibilita que qualquer indivíduo consiga adquiri-los e iniciar sua própria produção de tijolos, seja para uso pessoal ou comercialização.

Por possuir um processo mais simples de produção os tijolos solo-cimento também possibilitam que os tijolos possam ser produzidos em qualquer lugar, incluindo regiões do interior onde há carência de fábricas de outros materiais construtivos. Há inclusive, construtoras que optam por levar os equipamentos para produção do tijolo até o local da edificação.

Em Guarantã do Norte-MT já existe uma fábrica de tijolos solo-cimento, a Moríá Tijolos Ecológicos, facilitando o acesso da população a esse sistema construtivo.

6. CONCLUSÃO

A preocupação ambiental e a necessidade de novas soluções na construção civil tornam-se evidentes diante da expansão urbana e do uso massivo de recursos naturais. O impacto é tangível, visto na crescente escassez desses recursos, na poluição gerada pelas indústrias e no desperdício de materiais, como tijolos convencionais. O município de Guarantã do Norte, inserido nesse contexto, enfrenta desafios semelhantes, com a predominância da alvenaria convencional e um déficit habitacional significativo.

A introdução do tijolo solo-cimento, uma alternativa sustentável na construção, emerge como uma resposta viável. Este material, feito de solo, cimento e água, dispensa a queima e reduz impactos ambientais, oferecendo potencial econômico e menor impacto na produção e uso. Sua fabricação utiliza solos locais, como os Neossolos Litólicos presentes na região, tornando-se uma opção de uso eficiente dos recursos disponíveis.

O processo de fabricação dos tijolos solo-cimento envolve a seleção cuidadosa do solo, mistura com cimento Portland, aditivos e a moldagem. Esses tijolos oferecem a oportunidade de incorporar resíduos de construção, como concreto, reduzindo a dependência de cimento e ampliando a viabilidade econômica e ambiental.

Os benefícios se estendem ao contexto social, onde a técnica possibilita redução de custos e tempo de construção, tornando a habitação mais acessível para populações com menor poder aquisitivo.

A presença de fornecedores no Brasil que comercializam tanto os tijolos prontos quanto os equipamentos para sua fabricação facilita a adoção desse método em várias regiões, incluindo locais remotos com escassez de materiais de construção.

Portanto, a introdução e expansão do uso do tijolo solo-cimento em Guarantã do Norte, assim como em outros contextos semelhantes, representam não apenas uma mudança na técnica construtiva, mas uma oportunidade de promover desenvolvimento sustentável, mitigar impactos ambientais e proporcionar moradias mais acessíveis, contribuindo para um cenário mais equilibrado e inclusivo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10833: **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento**, 2012.
- CAFFONE LIMA, Eugênio. **Garantã do Norte-MT: registros incautos**. Vox Editora, São Paulo, 2017.
- CUNHA, Karla. **Tijolo Solo-Cimento**. Disponível em: <<https://www.karlacunha.com.br/tijolo-solo-cimento/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- CYTRYN, S. (1957). **Soil construction: its principles and application for housing State of Israel — Ministry of Labor — House Division**. The Weizmann Science Press of Israel. Jerusalem.
- FRANÇA, Danilo de Araújo; SIMÕES, Marina Teixeira. **Tijolo Solo-Cimento: Processo produtivo e suas vantagens econômicas e ambientais**. 2018.
- GRANDE, Fernando Mazzeo. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- HEISE, Andre Falleiros. **Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solo cimento em taipa de pilão**. 2003.
- IBGE-BDIA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Banco de Dados de Informações Ambientais. **Pedologia**. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso: 01/10/2023.
- IBGE. **Garantã do Norte**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/guaranta-do-norte/panorama>>. Acesso em: 25/10/2023.
- IBGE. **Garantã do Norte. Histórico**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/guaranta-do-norte/historico>>. Acesso em: 25/10/2023.
- MIELI, Priscilla Henriques. **Avaliação do tijolo modular de solo-cimento como material na construção civil**. 2009.
- OLIVEIRA, Diego Nogueira de. **Análise da viabilidade do tijolo ecológico de solo-cimento na construção civil: uma revisão de literatura**. 2020.
- PEREIRA, Dayane Baloni; PEZZUTO, Claudia Cotrim. **Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos**. Encontro de iniciação científica, v. 15, 2010.
- PISANI, Maria Augusta Justi. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento**. Sinergia, São Paulo. 2006.
- PRESA, Marcello Bastos. **Resistência à compressão e absorção de água em tijolos de solo cimento**. 2011.
- REIS, André Luiz Miranda et al. **Características físicas e químicas de Neossolos Litólicos nos Biomas Brasileiros**. Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 1, 2020.
- SANTOS, Humberto; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane. **Neossolos Litólicos**. EMBRAPA, 2021. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolos-litolicos>>. Acesso em: 26/09/2023.
- SANTOS NETO, José Lima dos. **Melhoramento do tijolo de solo-cimento com adição do resíduo do corte de mármore e granito (RCMG)**. 2019. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Unidade Delmiro Gouveia-Campus do Sertão, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2015.
- SIMÕES, Carla Carvalho. **Conforto ambiental como parâmetro para construção de novas habitações rurais na região do médio São Francisco, semiárido baiano**. 2009.
- SOUZA, Márcia IB; SEGANTINI, Antonio AS; PEREIRA, Joelma A. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 205-212, 2008.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said - **Considerações sobre a sustentabilidade da construção em terra.** In FORUM INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 1, Porto, Portugal, 2009 – “TECCON 2009: tecnologias associadas ao processo do empreendimento de construção: actas” [CD-ROM]. Porto: GeQualTec, 2009.

PINHO, Suenne Andressa Correia; LORDSLEEM JR, Alberto Casado. **O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2009.

TRILHO AMBIENTAL. **A importância do gerenciamento de resíduos da construção.** Disponível em: <<https://www.trilhoambiental.org/post/2018/10/05/a-import-25c3-25a2ncia-do-gerenciamento-de-res-25c3-25adduos-da-constru-25c3-25a7-25c3-25>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Verde Equipamentos. Máquina de Tijolo Ecológico Hidráulica. Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/maquina-de-tijolo-ecologico-hidraulica/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Verde Equipamentos. Peneira Rotativa. Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/peneira-rotativa/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Verde Equipamentos. Triturador de Terra. Disponível em: <<https://verdeequipamentos.com.br/produtos/triturador-de-terra-2/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.