

**Análise mercadológica do tijolo ecológico solo-cimento na Região Metropolitana do Cariri**

**Market analysis of soil-cement ecological brick in the Cariri Metropolitan Region**

**Análisis de mercado del ladrillo ecológico suelo-cemento en la Región Metropolitana de Cariri**

Recebido: 26/05/2020 | Revisado: 08/06/2020 | Aceito: 16/06/2020 | Publicado: 29/06/2020

**Josefa Missiliene Cordeiro Lôbo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6077-1662>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: [Lobomissiliene@gmail.com](mailto:Lobomissiliene@gmail.com)

**Renato de Oliveira Fernandes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5169-2324>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: [renatodeof@gmail.com](mailto:renatodeof@gmail.com)

**João Marcos Pereira de Morais**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9607>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: [joaomarcostecnologo@gmail.com](mailto:joaomarcostecnologo@gmail.com)

**Eliezio Nascimento Barboza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-9389>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [eliezio1999@outlook.com](mailto:eliezio1999@outlook.com)

**Eduarda Morais da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-8280>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [eduardamoraisengenharia@gmail.com](mailto:eduardamoraisengenharia@gmail.com)

**Resumo**

A construção civil produz diversos impactos, sejam benéficos ou não, podendo ser socioeconômicos e ambientais. Medidas mitigadoras podem ser feitas para amenizar o desequilíbrio ambiental, tornando-se necessário o desenvolvimento de materiais e técnicas para minimizar os impactos decorrente dessas atividades. Destaca-se a tecnologias de produção de

tijolo solo-cimento, não levando a queima no seu processo de fabricação, com objetivo de garantir um desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho consiste em realizar um levantamento sobre o uso do tijolo solo cimento na Região Metropolitana do Cariri, através de um questionário destinados a profissionais que atuam na área, levando em consideração seu nível de conhecimento comercial sobre utilização do produto. A coleta de dados foi realizada de forma *online* com o envio de formulário. Foram coletados dados de 21 profissionais, onde 71% aponta nunca terem usado o tijolo em seus projetos ou construções e apenas 29% apontam já terem usado o produto. Os resultados demonstraram que 71% dos questionários respondidos das empresas/profissionais da área de construção civil responderam não usar este material. Dentre os principais motivos, citaram a dificuldade de encontrar fornecedores, a falta de conhecimentos técnicos e a não aceitação dos clientes. Para os 29% que responderam usar o produto, relatam que necessidade de avanços tecnológicos no setor e necessidade de *marketing* para a divulgação do produto.

**Palavras-chave:** Construção civil; Desenvolvimento sustentável; Viabilidade ecológica; Viabilidade econômica.

### **Abstract**

Civil construction produces several impacts, whether beneficial or not, and may be socioeconomic and environmental. Mitigating measures can be made to alleviate the environmental imbalance, making it necessary to develop materials and techniques to minimize the impacts resulting from these activities. It stands out for soil-cement brick production technologies, not leading to burning in its manufacturing process, in order to ensure sustainable development. The objective of this work is to conduct a survey on the use of soil cement brick in the Metropolitan Region of Cariri, through a questionnaire aimed at professionals working in the area, taking into account their level of commercial knowledge about the use of the product. Data collection was performed online with the submission of a form. Data were collected from 21 professionals, where 71% say they have never used brick in their projects or constructions and only 29% indicate that they have already used the product. The results demonstrated that 71% of the questionnaires answered by companies/professionals in the area of civil construction answered not to use this material. Among the main reasons, they mentioned the difficulty of finding suppliers, the lack of technical knowledge and the non-acceptance of customers. For the 29% who responded to use the product, they report that technological advances in the sector and the need for marketing for the dissemination of the product.

**Keywords:** Civil construction; Sustainable development; Ecological viability; Economic Viability.

## Resumen

La construcción civil produce varios impactos, beneficiosos o no, y puede ser socioeconómico y ambiental. Se pueden tomar medidas de mitigación para aliviar el desequilibrio ambiental, por lo que es necesario desarrollar materiales y técnicas para minimizar los impactos resultantes de estas actividades. Destaca por las tecnologías de producción de ladrillo de cemento de suelo, que no conducen a la quema en su proceso de fabricación, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio sobre el uso del cemento de suelo en la Región Metropolitana de Cariri, a través de un cuestionario dirigido a profesionales que trabajan en la zona, teniendo en cuenta su nivel de conocimiento comercial sobre el uso del producto. La recopilación de datos se realizó en línea con el envío de un formulario. Los datos fueron recogidos de 21 profesionales, donde el 71% dice que nunca ha utilizado ladrillo en sus proyectos o construcciones y sólo el 29% indica que ya ha utilizado el producto. Los resultados demostraron que el 71% de los cuestionarios respondidos por empresas/profesionales en el área de la construcción civil respondieron a no utilizar este material. Entre las principales razones, mencionaron la dificultad de encontrar proveedores, la falta de conocimientos técnicos y la no aceptación de los clientes. Para el 29% que respondieron a utilizar el producto, informan que los avances tecnológicos en el sector y la necesidad de comercialización para la difusión del producto.

**Palabras clave:** Construcción civil; Desarrollo sostenible; Viabilidad ecológica; Viabilidad económica.

## 1. Introdução

A sustentabilidade ambiental é um conceito normativo e implica na manutenção de um nível socialmente aceitável de desenvolvimento humano (Van Bellen, 2005). O conceito de sustentabilidade foi criado durante a 1ª Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Ambiente, no ano de em 1972 em Estocolmo, quando as Nações Unidas se reuniram para debater questões globais com vistas à busca de soluções para os problemas ambientais (Cordeiro & Machado, 2017). A busca pelo equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação dos recursos naturais justifica-se pela preocupação com a possível

escassez dos recursos naturais, buscando a cada dia, materiais e técnicas que minimizem os impactos ambientais decorrentes de atividades potencialmente poluidoras (Motta et al., 2014).

A construção civil é uma das atividades que mais poluem o meio ambiente, principalmente pela liberação de grandes quantidades de resíduos sólidos. Porém, nas últimas décadas vem-se buscando estabelecer uma forma de progredir, no estudo de novos materiais sustentáveis, atendendo as necessidades da sociedade com seu baixo custo (Cristina, Salomão, Cangussú & Carvalho, 2018), destaca-se a tecnologias de produção de tijolo-cimento, produto que não leva queima no seu processo de fabricação (Pisani, 2005).

O tijolo solo-cimento é resultante da mistura de solo, cimento e água, que quando compactados ao teor ótimo de umidade e sob a máxima densidade, em proporções previamente estabelecidas pelas normas vigentes, adquirindo resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento (Pereira & Pezzuto, 2010). No Brasil, o seu uso não é muito recente, utilizada pela primeira na pavimentação do aeroporto de Petrolina em 1941 (Segantini & Alcântara, 2007).

Porém, apesar de ser destacado por possuir vantagens ambientais e econômicas, visto que sua matéria prima é abundante e de baixo custo, como também não precisa ser queimado, proporcionando economia de energia em seu processo de fabricação (Silva & Oliveira, 2015), o uso do tijolo solo-cimento no Brasil foi diminuindo à medida que outros materiais mais industrializados surgiram no mercado (Motta et al., 2014).

Nesse contexto, o presente artigo consiste em realizar um levantamento sobre o uso do tijolo solo-cimento na Região Metropolitana do Cariri, através de um questionário estruturado destinados a profissionais que atuam na área de construção civil, levando em consideração seu nível de conhecimento comercial sobre utilização do produto.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Indústria da construção civil e desenvolvimento sustentável**

Em 1987 o Relatório Brundtland, propôs um desenvolvimento econômico encarado de uma nova forma, isto é, aliado com a preservação ambiental, definindo o desenvolvimento para a satisfação das necessidades das gerações presentes, sem condenar as necessidades das gerações futuras (Sobrinho, 2008).

Ao final da década de 80, seguiu-se uma sequência de eventos, logo após 15 anos da Conferencia de Tbilisi, na Conferência do Rio de Janeiro (1992), conhecida como Eco-92,

almejou -se restabelecer a educação ambiental para o desenvolvimento sustentável, conciliando os interesses sociais, econômicos e a preservação dos recursos naturais (Barreto & Vilaça, 2018). Chiavenato (1997) corrobora ao afirmar, que o desenvolvimento sustentável não deve ater-se apenas ao meio ambiente como fonte de recursos naturais, como também aos aspectos políticos, sociais e culturais, preservando a qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

A indústria da construção civil, embora contribua para o desenvolvimento econômico do país, causa grandes danos ambientais, tanto através da exploração de recursos naturais, quanto pela disposição de resíduos em locais inadequados, causando problemas de saúde pública, ambientais e estéticos (Soares, 2017). Jhon & Agopyan, (2000), aponta que a construção civil consome de 14% a 50% dos recursos naturais no planeta, somente na produção de concretos e argamassas, gerando aproximadamente 210 milhões de toneladas por ano. O autor ainda afirma que a quantidade pode aumentar caso sejam considerados durante os cálculos a inserção de resíduos gerados durante a fase de extração da matéria prima.

Pisani (2005) corrobora ao afirmar que não existe construção que não gere impacto ambiental. Na busca por amenizar tais impactos, atendendo à definição de desenvolvimento sustentável, o setor da construção civil tem investido em tecnologias sustentáveis que causem o mínimo de impacto ambiental possível (Azevedo, Kiperstok & Moraes, 2006). Torna-se necessário amenizá-los pelo uso de materiais que agridam menos o meio ambiente, como por exemplo, o uso do tijolo ecológico ou solo-cimento. Fiais e Souza (2017) apontam que esse tijolo assim é chamado, devido às suas vantagens ambientais em relação ao bloco cerâmico, não precisando do processo de queima na sua fabricação, evitando o corte de árvores, emissão de gases poluentes e menor geração de resíduos na obra.

Segundo França, Simões e Gomes (2018), devido as características dos tijolos, suas formas modulares permite o encaixe perfeito das peças, favorecendo a utilização de menos reboco, diminuindo o custo final em 20 a 40%. Os autores afirmam ainda que, devido aos seus furos, ocorre a facilidade na passagem da fiação elétrica e da canalização hidráulica, ocasionando também benefícios estruturais, pois o seu formato vazado proporciona o preenchimento de colunas de sustentação. De acordo com Souza, Segantini & Pereira (2008), além dos benefícios já citados acima, o tijolo ecológico proporciona o uso de resíduos da construção civil e solo da própria obra. Esse tipo de tijolo é constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida do solo, cimento e água, como também pode ser adicionado algum aditivo (NBR 8491, 2012).

Entre os possíveis aditivos utilizados no tijolo solo-cimento, destacam-se a palha da carnaúba, cinza e resíduos da confecção de rochas ornamentais (Silva, 2013), como por exemplo, o resíduo da pedra Cariri, abundante nos municípios da Região Metropolitana do Cariri – RMC, além de rejeitos de quartzito (Reis, 2019), cinza da lenha de algaroba (Cavalcanti Filho, 2016), casca de arroz e de braquiária (Milani & Freire, 2006; Ferreira, Gobo & Cunha, 2008), montículo do cupim *Cornitermes cumulans* (Albuquerque et al., 2008) e sílica ativa (Grande, 2003).

## **2.2 Histórico**

As construções com terra crua existem antes de Cristo (Berge, 2009), no entanto só passou a ser utilizada de forma prensada por máquinas partir de 1950, quando o pesquisador colombiano G. Ramires criou uma prensa manual, passando o tijolo a ser considerado uma forma “moderna” de utilização de terra crua como material de construção (Barbosa, 2003). No Brasil, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) desenvolveu os primeiros trabalhos com o tijolo solo-cimento, onde foi construída a primeira prensa para fabricação destes tijolos (Barbosa, 2003). Com apoio da ABCP, foram feitos os primeiros investimentos para a construção das primeiras habitações populares com tijolo solo-cimento em 1978 (Fiquerola, 2004).

Bauer (2005) afirma que há controvérsias quanto ao surgimento do solo-cimento. No entanto, o autor relata que em 1917 o mesmo já era usado pelo engenheiro T.H. Amies. Corroborando com este apontamento, Souza (2006) assegura que neste mesmo ano, na Áustria, surgiu o conceito de solo-cimento, e que em 1932 foram feitos os primeiros estudos científicos sobre a utilização deste material em construções com o seu uso em 17000 m<sup>2</sup> de pavimentação asfáltica.

Assim como nos Estados Unidos, no Brasil, a primeira aplicação do tijolo solo-cimento ocorreu em 1941, quando a ABCP começou a utilizá-lo como base e sub-base para obras de pavimentação asfáltica de um aeroporto em Petrolina, Pernambuco (Segantini & Alcântara, 2007). Em 1948 foram construídas duas casas na cidade do Rio de Janeiro, e em Manaus o hospital público Adriano Jorge, este último, com o teor de cimento de apenas 6% e uma resistência de 2.6 a 3.2 Mpa, sendo considerado na época, 12% mais barato que com alvenaria convencional, e em 26 anos após sua construção ainda não havia recebido nenhum reparo (Grande, 2003).

### **2.3 Normatização do mercado do tijolo solo-cimento**

Em 1944 existiam três entidades internacionais normatizavam os ensaios com solo-cimento: a *American Society for Testing Materials* (ASTM), a *American Association of State Highway Officials* (AASHTO) e a *Portland Cement Association* (PCA). Através de levantamento realizado, é possível apanhar que existem mais de 17 normas brasileiras que regulamentam o uso do tijolo solo-cimento. A primeira Norma Brasileira Regulamentadora (NBR), falando sobre o produto surgiu há 34 anos sendo a NBR 8491/1984 - tijolo maciço de solo-cimento – especificação.

## **3. Metodologia**

### **3.1 Tipo de pesquisa**

Conforme caracterizam Pereira A.S., Shitsuka D. M., Pereira F. J. & Shitsuka R. (2018), do ponto de vista da natureza, esse trabalho trata de uma pesquisa básica. Pela perspectiva de abordagem, é uma pesquisa quantitativa. Analisando os objetivos essa pesquisa é exploratória. Em relação aos procedimentos técnicos é do tipo estudo de caso. Marconi e Lakatos (2003) corroboram ao afirmar, que trabalhos com essas características objetivam a formulação de problemas ou de questões, possuindo assim, as finalidades de desenvolver hipóteses, modificar e clarear conceitos e aumentar a familiaridade do pesquisador com o estudo.

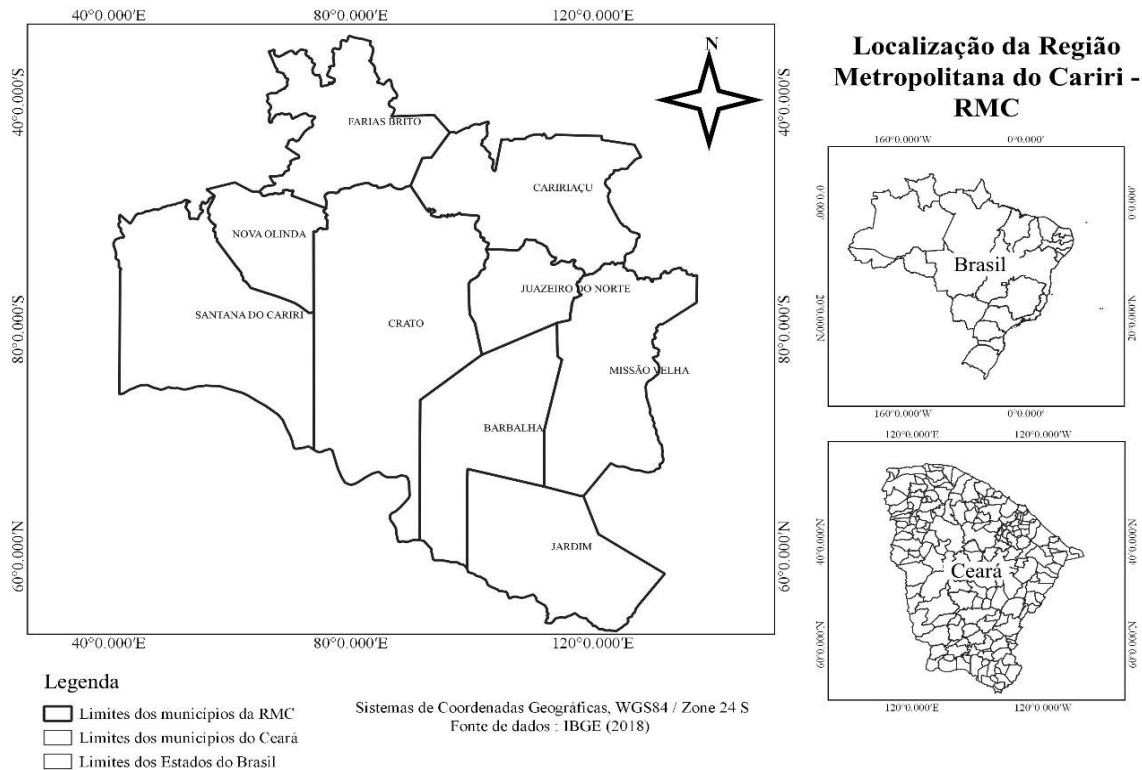
### **3.2 Descrição da área de estudo**

A Região Metropolitana do Cariri – RMC (Figura 1) está situada na mesorregião do sul do estado do Ceará (Silva, Barboza, Moraes, Souza & Oliveira, 2020), instituída através da Lei Complementar nº 78 de 26 de junho de 2009, sendo constituído inicialmente por três municípios principais, Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, o “Crajobar” (Barboza, Silva Alencar & Alencar, 2020). Posteriormente foram adicionados os municípios de Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri, com finalidade principal aprimorar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse conjunto (Moura-Fé et al., 2019).

A Região Metropolitana do Cariri foi formada pelo conjunto dos nove municípios próximos e que estão interligados entre si, construída ao redor do Crajobar, com a cidade de

Juazeiro do Norte como cidade central e mais desenvolvida (Barboza, Morais, Cirino, Silva & Oliveira, 2020).

**Figura 1:** Mapa de localização da Região Metropolitana do Cariri – RMC.



Fonte: Silva et al. (2020).

A área aproximada da Região é de 546.084 km<sup>2</sup>, com população estimada de 564.478 habitantes (IBGE, 2019). A região possui localização geográfica favorável, pois está acessível para todas as principais capitais do Nordeste, favorecendo o seu crescimento (Pereira & Cardoso, 2020), contribuindo diretamente para o desenvolvimento e economia da região (Mascarenhas, 2016).

O “Crajuubar” possui um elevado potencial de desenvolvimento econômico, consagrando-se como o grande centro urbano secundário do estado do Ceará, concentrando maior parte do contingente populacional e os melhores indicadores socioeconômicos da região (Nascimento, 2015). A Região Metropolitana do Cariri vem se desenvolvendo nas últimas décadas, influenciado pelo aumento acentuado na construção civil nos últimos anos, ocasionado pelo aumento da demanda por serviço e crescimento acelerado do Crajuubar (Silva et al., 2020).

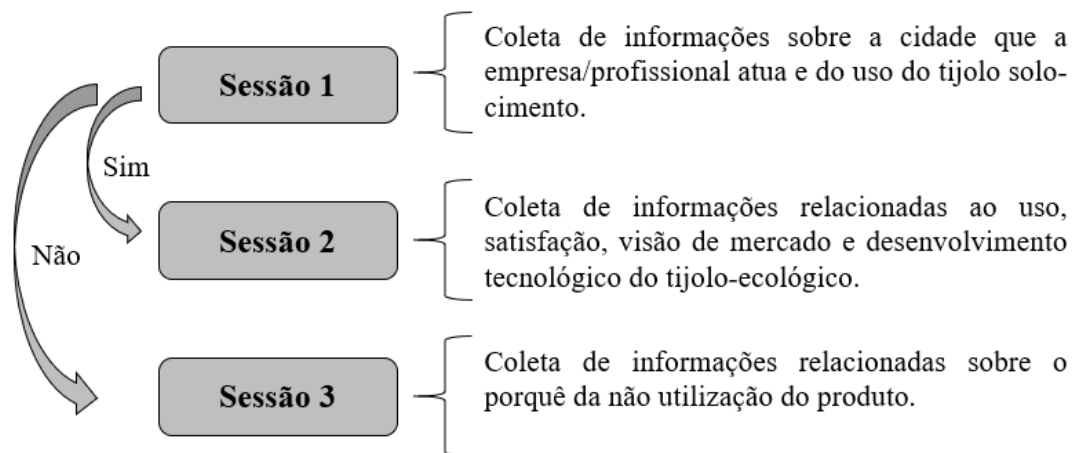


### 3.3 Procedimentos metodológicos

A pesquisa teve início com a criação de um formulário através da ferramenta Formulários Google, sendo realizada entre os meses de abril e maio de 2018. Os formulários foram enviados para 16 entidades, associações, clubes diferentes do estado do Ceará. Obteve-se retorno apenas de duas: o Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento da Construção Civil da Universidade Regional do Cariri (URCA) e do Sindicato dos Engenheiros no Estado do Ceará (SENGE-CE). Essas duas entidades enviaram os formulários para os contatos de empresas e profissionais da área de construção civil, no qual 21 empresas/profissionais responderam o questionário.

O questionário foi estruturado em três sessões, onde a primeira coletou informações sobre a cidade que a empresa/profissional é mais atuante e se usava ou não o tijolo ecológico. A resposta sendo sim o entrevistado era encaminhado para a sessão 2, onde respondeu questões relacionadas ao uso, satisfação, visão de mercado e desenvolvimento tecnológico do produto. A resposta sendo não, o entrevistado era encaminhado para a sessão 3, onde o questionamento agora seria entorno dos porquês da não utilização do produto. O esquema metodológico está simplificado na Figura 2 para um melhor entendimento do processo realizado.

**Figura 2:** Esquema metodológico do questionário para coleta de dados.



Fonte: Autores (2020).

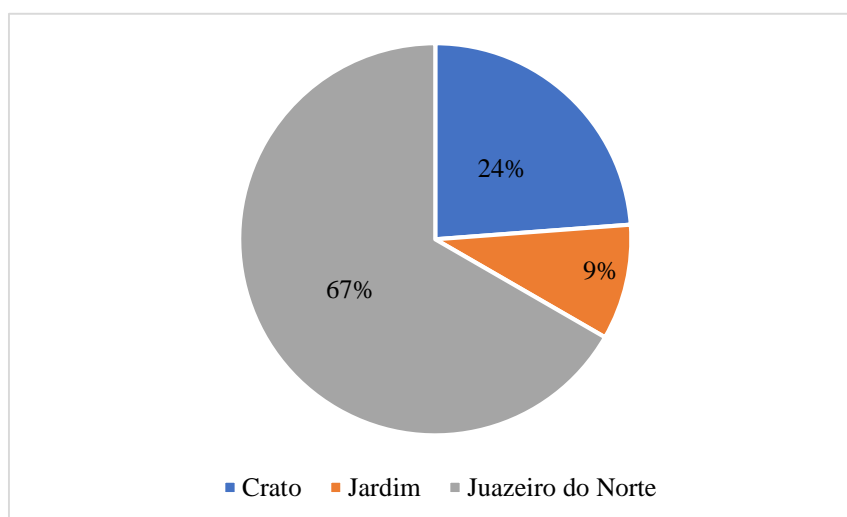
Posteriormente a coleta de dados, os mesmos foram organizados, tabulados e analisados utilizando-se as planilhas eletrônicas do *software Microsoft Excel* 2016. Foram elaborados

Tabelas e Gráficos para um melhor entendimento do mercado de tijolos solo-cimento na Região Metropolitana do Cariri.

#### 4. Resultados e Discussão

Pela análise dos preenchimentos dos formulários abordado, verificou-se um público de 21 profissionais/empresas, no qual o município de Juazeiro do Norte apresentou o maior percentual, com 67% da amostra total, em seguida Crato com 24% equivalendo e Jardim 9% do total (Figura 3).

**Figura 3:** Em qual município da Região Metropolitana do Cariri sua empresa/você atual ou é mais atuante?



Fonte: Autores (2020).

O fato de Juazeiro do Norte possuir o maior percentual entre as demais, é explicado quando Lima e Sousa (2017) apontam que esta cidade possui o mercado mais aquecido da Região do Cariri, pois os fatores como turismo religioso, os investimentos em saúde e educação, a instalação de indústrias e o comércio atacadista que faz com que o aumento no fluxo de pessoas movimentem o mercado, em decorrência disso, a cidade possui imóveis com considerada importância econômica.

Pereira e Cardoso (2020) corrobora com as afirmativas citadas, verificando que o município de Juazeiro do Norte possui a maior quantidade de empresas do ramo de construção civil, com 82 empresas (60.74% do total), em seguida o município de Crato (25.18%) e Barbalha, com 11 empresas (8.14%), respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1:** Número total de empresas ativas de construção civil na RMC.

Município	Construção civil
Barbalha	11
Caririaçu	2
Crato	34
Farias Brito	2
Jardim	-
Juazeiro do Norte	82
Missão Velha	4
Nova Olinda	-
Santana do Cariri	-
Total	135

Fonte: Adaptado de Pereira e Cardoso (2020).

Santos e Lima Júnior (2013) afirmam que o alto crescimento da construção civil no Crajubar nas últimas décadas, principalmente no município de Juazeiro do Norte, está diretamente relacionado à especulação imobiliária originária de investimentos públicos na infraestrutura da região. Os autores corroboram ao assegurar que o Crajubar possui 2380 empregos gerados pela construção no ano de 2010. O setor privado é responsável por 90% do crescimento da cidade, devido a migração que ocorreu de empresários de outros setores para o setor da construção civil, realizando obras de médio e grande porte que incentivou investimentos menores. E que o setor público apresenta uma tímida participação neste crescimento, deixando muito a desejar (Lima & Souza, 2017).

Por Juazeiro do Norte ser o município mais desenvolvido da Região, pode se destacar no mercado de tijolo solo-cimento, pois como afirma Gonçalves (2018), o solo de Juazeiro do Norte é o único da Região Metropolitana do Cariri que mostra potencialidade para a produção desse tipo de tijolos, os solos dos outros municípios necessita de correção granulométrica para que possa ser utilizado na moldagem dos tijolos, apresentando granulometria inferior ao exigido pela NBR 8491 (2012).

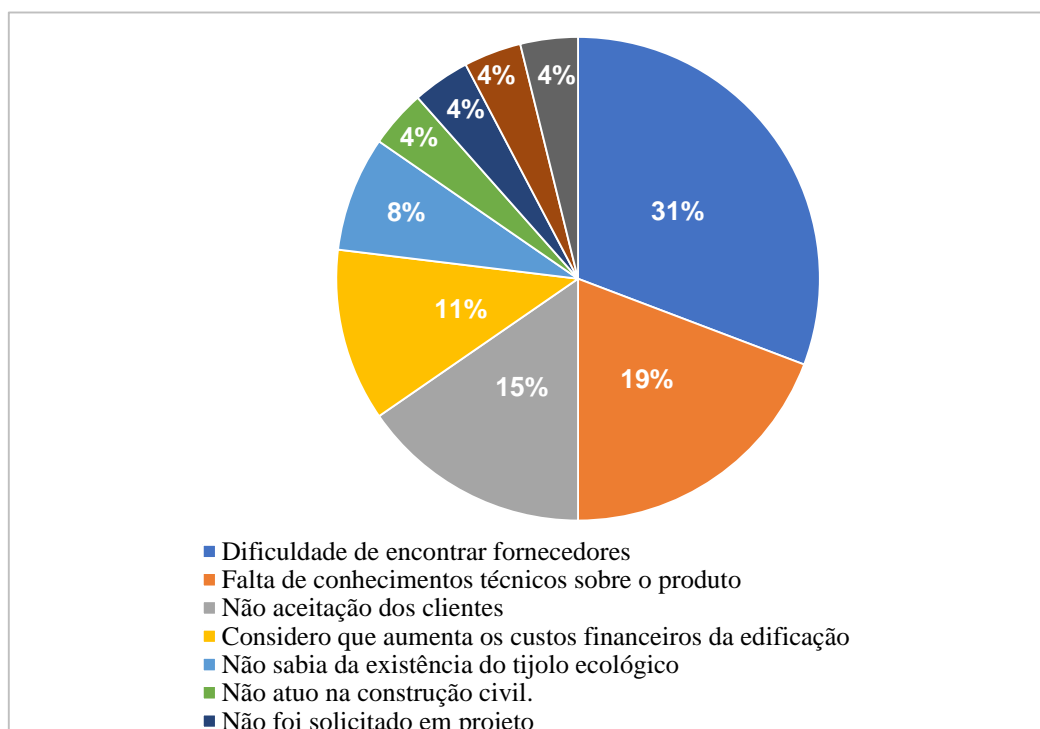
Das 21 respostas, apenas 29% das empresas/profissionais indicaram que usam o tijolo solo cimento em seus projetos e construções. Estes consideram o seu grau de satisfação com o uso do produto como ótimo, porém afirmam que há uma necessidade de avanços tecnológico no setor, com maior capacitação dos profissionais e necessidade de *marketing* para a difusão

do produto, fazendo com que a sociedade tenha maior conscientização quanto aos benefícios de se usar materiais sustentáveis.

O mercado do tijolo solo-cimento enfrenta dificuldades para a sua adesão no mercado brasileiro, necessitando de investimentos em propaganda através de divulgação dos benefícios do produto, como a rapidez na execução da obra devido o sistema de encaixe que permite menos geração de entulho (SEBRAE, 2018). Já Motta et al. (2014) corrobora ao afirmar que estes fatores demonstram que o mercado nacional ainda está muito atrasado no sentido de implantação de métodos sustentáveis, com isso o mercado interno torna-se desfavorável à inserção de produtos ecológicos.

Os outros 71% entrevistados que responderam não usar o material (Figura 4), apontam que os principais entraves são a dificuldade de encontrar fornecedores, a falta de conhecimentos técnicos sobre o produto, a não aceitação dos clientes, considerar que aumenta os custos da produção e até mesmo não sabiam da existência do tijolo ecológico.

**Figura 4:** Por qual motivo você não utilizou os tijolos ecológicos (solo-cimento) em projetos ou construções?



Fonte: Autores (2020).

A dificuldade de encontrar fornecedores pode ser explicada quando Moraes, Chaves e Jones (2014) ressaltam que, a alta demanda de tijolos que a construção civil exige, não é suprida

pela quantidade de tijolos solo cimento produzida pelo mercado. O problema se agrava devido a quantidade de dias que o tijolo necessita para possuir cura total visando um transporte com menos perdas é de 28 dias, atingindo 95% da sua resistência ideal para uma viagem, como recomenda Pisani (2005).

Com relação a falta de conhecimentos técnicos sobre o produto e não aceitação dos clientes, Fraga, Barbosa, Dortas, Santos & Mota (2016) afirma que alguns profissionais se prendem aos métodos tradicionais de construção, além de acharem que os tijolos solo-cimento não possuem a mesma resistência do tijolo cerâmico, uma vez que o mesmo não usa de queima no seu processo de fabricação, a falta dos conhecimentos técnicos tanto pelos profissionais como pelos clientes agravam a aceitação do produto no mercado.

Já França, Simões e Gomes (2018) apontam que um dos fatores que podem contribuir para a dificuldade da existência de mão de obra especializada é a falta de padronização e de controle tecnológico por parte dos fabricantes na confecção dos tijolos. Embora 11% dos entrevistados apontam não usar o tijolo solo cimento por considerarem que aumenta os custos financeiros da edificação, diversos autores ressalvam que devido a não geração de desperdícios que este sistema proporciona em comparação com o da alvenaria convencional, seu sistema modular de encaixe e pode trazer uma economia de 20 a 40% nos custos da obra (SEBRAE, 2018).

## **5. Considerações Finais**

Pela análise da literatura, foi possível verificar que o tijolo solo-cimento apresenta diversos benefícios sociais e ambientais. Entretanto, no desenvolvimento desse estudo foi possível observar que seu uso não é muito difundido no mercado da Região Metropolitana do Cariri, pois 71% dos questionários respondidos das empresas/profissionais da área de construção civil responderam não usar este material. Dentre os principais motivos, citaram a dificuldade de encontrar fornecedores, a falta de conhecimentos técnicos e a não aceitação dos clientes.

Para os 29% que responderam usar o produto, foi possível extrair que apesar de considerarem ótimo, o grau de satisfação com o produto, relatam que necessidade de avanços tecnológicos no setor e necessidade de *marketing* para a divulgação do produto. Desta maneira, o presente trabalho vem contribuir para a sua difusão e entendimento do porquê mesmo existindo a tanto tempo e sendo contribuinte para o tripé da sustentabilidade ambiental a mesma ainda é pouco aceita pela sociedade. Ao que se pode notar durante a pesquisa, foi observado

que o mercado ainda se apresenta desfavorável a aceitação massiva do tijolo, apresentando uma baixa adesão.

Esse estudo teve como limitações o não retorno de respostas por parte das empresas/profissionais de interesse nesse estudo. Nesse sentido, recomenda-se para futuros trabalhos uma análise comparativa dos impactos ambientais causados pela fabricação do tijolo solo-cimento e da cerâmica vermelha nos municípios que compreendem a Região Metropolitana do Cariri, com finalidade de identificar as vantagens ambientais da utilização de tijolo ecológico.

## Referências

Albuquerque, L. Q. C. D., Biscaro, G. A., Negro, S. R. L., Oliveira, A. C. D., Carvalho, L. A. D., & Leal, S. T. (2008). Resistência a compressão de tijolos de solo-cimento fabricados com o montículo do cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). *Ciência e Agrotecnologia*, 32(2), 553-560.

*American Association of State Highway Officials - AASHO. (2020). Public Transportation. Recuperado de: <https://www.transportation.org/>.*

American Society for Testing Materials -ASTM. (2020). *Standards & Publications. Recuperado de: <https://www.astm.org/>.*

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2012). *NBR 8491: Tijolo de Solo-Cimento-Requisitos. Rio de Janeiro. 5p.*

Azevedo, G. O. D. D., Kiperstok, A., & Moraes, L. R. S. (2006). Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 11(1), 65-72.

Barbosa, N. P. (2003). Transferência e aperfeiçoamento da tecnologia construtiva com tijolos prensados de terra crua em comunidades carentes. *Coletânea Habitare*, 2, 12-39.

Barboza, E. N., da Silva Alencar, G. S., & de Alencar, F. H. H. (2020). Afforestation improves thermal comfort in urban areas: The case of Juazeiro do Norte, Ceará. *Research, Society and Development*, 9(6), 105963691.

Barboza, E., Morais, J., Cirino, M., Silva, E., & Oliveira, B. (2020). Análise das chuvas na Região Metropolitana do Cariri e a influência do fenômeno climático El Niño - Oscilação do Sul. *Research, Society and Development*, 9(7), e758974971.

Barreto, L. M., & Vilaça, M. T. M. (2018). Controvérsias e consensos em educação ambiental e educação para o desenvolvimento sustentável. *Research, Society and Development*, 7(5), 01-18.

Bauer, L. A. F. (2005). *Materiais de construção: 2. Livros Técnicos e Científicos*.

Berge, B. (2009). *The ecology of building materials*. Routledge.

Cavalcanti Filho, L. L. (2016). *Avaliação da resistência a compressão simples e absorção de água de tijolos vazados de solo-cimento produzidos a partir da substituição parcial do cimento pela cinza da lenha de algaroba* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de pernambuco).

Chiavenato, J. J. (1997). Desenvolvimento Sustentável para todos. *Ecologia em debate. São Paulo: Moderna*, 87.

Cordeiro, C. R., & Machado, V. C. (2017). *Sustentabilidade na fabricação do tijolo solo-cimento: estudo comparativo com blocos convencionais*. (Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás).

Cristina, P., Salomão, P. E. A., Cangussú, L., & de Carvalho, P. H. V. (2018). Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: uma alternativa na construção civil. *Research, Society and Development*, 7(9), 12.

Ferreira, R. D. C., Gobo, J. C. D. C., & Cunha, A. H. (2008). Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento. *Engenharia Agrícola*, 28(1), 1-11.

Fiais, B. B., & Souza, D. S. (2017). Construção sustentável com tijolo ecológico. *Revista Engenharia em Ação UniToledo*, 2(1).

Fiquerola, V. (2004). Alvenaria de solo-cimento. *Revista Técnica*, (85).

Fraga, Y. S. B., Barbosa, A. Q., Dortas, I. S., Santos, L. H. P., & Mota, W.V. (2016). Tecnologia dos materiais: a utilização do tijolo de solo-cimento na construção civil. *Cadernos de Graduação: Ciências exatas e tecnológicas*, 3(3),11-24.

França, A. D., Simões, M. T., & Gomes, K. N. A. E.S. (2018). Tijolo Solo-Cimento: Processo produtivo e suas vantagens econômicas e ambientais. *Revista Científica de Engenharia Civil*, 1(01), 144-155.

Gonçalves, P.A.S. (2018). Controle tecnológico do tijolo modular de solo-cimento. (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Cariri).

Grande, F. M. (2003). *Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2019). *Cidades e Estados* Recuperado de: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>.

John, V. M., & Agopyan, V. (2000). Reciclagem de resíduos da construção. Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos. In: *Seminário de Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares*, 1-13.

Lima, L. G., & Sousa, E. P. (2017). Determinantes socioeconômicos dos preços dos lotes urbanos do município de Juazeiro do Norte – CE. *Revista Geonordeste*, 9(1), 149-169.



Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica*. (5ª ed). São Paulo: Atlas.

Mascarenhas, I. M. N. (2016). *Caracterização geotécnica de solos na região metropolitana do Cariri/CE para uso em pavimentação*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará).

Milani, A. P., & Freire, W. J. (2006). Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. *Engenharia Agrícola*, 26(1), 1-10.

Morais, M. B., Chaves, A. M., & Jones, K. M. (2014). Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea. *Revista Pensar Engenharia*, 2(2), 1-12.

Motta, J. C. S. S., Moraes, P. W. P., Rocha, G. N., da Costa Tavares, J., Gonçalves, G. C., Chagas, M. A., & Lucas, T. D. P. B. (2014). Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *e-xacta*, 7(1), 13-26.

Moura-Fé, M. M., da Silva, M. J. A., Dias, V. P., Monteiro, D. A., de Moura Silva, J. H., & Rodrigues, R. M. (2019). Região Metropolitana do Cariri (RMC), Ceará: Meio Ambiente e Sustentabilidade. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 21(2), 1198-1216.

Nascimento, D. C. D. (2015). Região metropolitana do cariri-CE: um cenário de incertezas quanto à gestão, planejamento e finalidades. *XI Encontro Nacional da ANPEGE*.

Pereira, A.S., Shitsuka, D.M., Parreira, F.J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pereira, C., & Cardoso, P. (2020). Contribuição das Instituições de Ensino Superior no processo de crescimento e desenvolvimento da Região Metropolitana do Cariri Ceará Brasil. *Research, Society and Development*, 9(3), e142932531.

Pereira, D. B., & Pezzuto, C. C. (2010). Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos. In: *Anais do XV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas, 15*.

Pisani, M. A. J. (2005). Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento. *Sinergia, São Paulo*, 6(1), 53-59.

Portland Cement Association - PCA. (2020). *Sustainability*. Recuperado de: <https://www.cement.org/>.

Reis, F. M. D. (2019). *Estudo do comportamento físico-mecânico de tijolos de solo-cimento com adição de rejeitos de minerações de quartzito* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Santos, C. A., & Lima Júnior, F. O. (2013). Transformações econômicas e avanço na polarização na mesorregião sul cearense. In: *VI Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional*, 1-23.

Segantini, A., & Alcântara, M. A. M. (2007). Solo-cimento e solo-cal. *Materiais de construção civil e princípios da ciência e engenharia de materiais*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2, 834-861.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -SEBRAE. (2018). *Ideias de negócio: fábrica de tijolos ecológicos*. Recuperado de: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tijolos-ecologicos,ce387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>.

Silva, E., Barboza, E., Morais, J., Souza, J., & Oliveira, B. (2020). Análise de sensação térmica no município de Barbalha, Ceará. *Research, Society and Development*, 9(7), e98973795.

Silva, F. H. R. F., & Oliveira, C. H. (2015). Uso do tijolo ecológico para trazer economia na construção civil. In: *Instituto Científico de Ensino Superior e Pesquisa. Brasília – ICESP*.

Silva, J. R. G. D. (2013). *Aproveitamento de rejeitos de marmoraria na cadeia produtiva de rochas ornamentais* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco).

Silva, M., Batista, T., Cirino, M., Morais, J., Silva, E., Barboza, E., & Oliveira, B. (2020). O perfil da mão de obra na indústria de construção civil em Juazeiro do Norte, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7).

Soares, M. D. C. R. (2017). *Logística reversa aplicada a construção civil: análise dos processos de descarte em uma construtora no município de Capão da Canoa/RS*. (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Santa Cruz do Sul – Unisc).

Sobrinho, C. (2008). *Desenvolvimento sustentável: uma análise a partir do Relatório Brundtland*. (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado em Ciências Sociais, Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista).

Souza, M. I. B. D. (2006). *Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista).

Souza, M. I., Segantini, A. A., & Pereira, J. A. (2008). Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(2), 205-212.

Van Bellen, H. M. (2005). *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. FGV editora.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Josefa Missiliene Cordeiro Lôbo – 25%

Renato de Oliveira Fernandes – 20%

João Marcos Pereira de Morais – 20%

Eliezio Nascimento Barboza – 20%

Eduarda Morais da Silva – 15%