

Área: Inovação | Tema: Empreendedorismo Inovador

**A PRODUÇÃO DE TELHAS ECOLÓGICAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL:  
UM ESTUDO DE CASO**

**ECOLOGICAL TILES PRODUCTION IN THE NORTHWEST OF RIO GRANDE DO SUL STATE: A  
CASE STUDY**

Bruna Quadros Guterres

**RESUMO**

A construção civil é um dos setores, dentro da economia global, responsável por gerar impactos ambientais significativos. Uma possibilidade para minimizar tais impactos é o desenvolvimento de materiais sustentáveis, como as telhas ecológicas produzidas a partir de embalagens de caixas de leite. Neste trabalho, apresenta-se um estudo de caso do processo de produção dessas telhas ecológicas e do seu desempenho em ensaios de resistência a tração e compressão. Os registros e dados foram obtidos a partir de uma visita técnica a uma fábrica que produz telhas ecológicas, em Passo Fundo, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O processo de fabricação das telhas é dividido em etapas manuais e outras realizadas por máquinas elétricas e pneumáticas. Além de serem produzidas de maneira sustentável os resultados de estudos de resistência mecânica a tração e flexão mostram que as telhas ecológicas apresentam melhor desempenho em comparação com as telhas de fibrocimento. Estes resultados mostram a viabilidade da produção de um material sustentável e inovador para área da construção civil. O processo além de dar uma destinação ao material reciclado, minimizando o seu impacto ambiental, ao serem incluídos na composição de um material produzido em larga escala e com valor agregado, como as telhas, a própria matéria prima também agrega valor, beneficiando toda a cadeia de reciclagem. O estudo sobre estes materiais, juntamente com o acompanhamento do processo de fabricação e as comparações quantitativas das cargas suportadas pelos dois tipos diferentes de telhas, jogam luz sobre materiais alternativos que ainda são desconhecidos pelo profissionais de Arquitetura.

**Palavras-Chave:** Telhas Ecológicas. Materiais Sustentáveis. Arquitetura Sustentável. Processo Produtivo.

**ABSTRACT**

Civil construction is one of the sectors, within the global economy, responsible for generating significant environmental impacts. One possibility to minimize such impacts is the development of sustainable materials, such as ecological tiles produced from cartons of milk cartons. This paper presents a case study of the production process of these ecological tiles and their performance in tests of tensile strength and compression. The records and data were obtained from a technical visit to a factory that produces ecological tiles in Passo Fundo, northwest region of the state of Rio Grande do Sul. The manufacturing process of the tiles is divided into manual and other stages by machines electrical and pneumatic. In addition to being produced in a sustainable way the results of mechanical tensile and flexural strength studies show that the ecological roof tiles show better performance in comparison to the asbestos cement tiles. These results show the viability of the production of a sustainable and innovative material for the construction sector. The process, besides giving a destination to the recycled material, minimizing its environmental impact, by being included in the composition of a material produced on a large scale and with added value, such as tiles, the raw material itself also adds value, benefiting the entire chain recycling. The study of these materials, together with the monitoring of the manufacturing process and the quantitative comparisons of the loads supported by the two different types of roof tiles, throw light on alternative materials that are still unknown by Architecture professionals.

**Keywords:** Ecological Tiles. Sustainable Materials. Sustainable Architecture. Productive Process.

# **A PRODUÇÃO DE TELHAS ECOLÓGICAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: UM ESTUDO DE CASO**

## **1 INTRODUÇÃO**

A construção civil é um dos setores que mais gera resíduos, tornando-se prejudicial a natureza, sendo assim, surgem os estudos de materiais sustentáveis inovadores, fabricados com as matérias primas responsáveis pela poluição do meio ambiente, devido ao descarte inadequado. As inovações de materiais vêm tendo uma maior abrangência nas universidades, em cursos relacionados nessa área, possibilitando os acadêmicos, em especial os de Arquitetura, tornarem-se profissionais conscientes que visem minimizar os impactos gerados no canteiro de obras. A produção de bens de consumo para a sociedade, sejam eles duráveis ou descartáveis, fazem uso de uma grande quantidade de recursos naturais não renováveis. Ao passo que o tema sustentabilidade tem permeado todos os setores da economia global, propostas de novas tecnologias e novos materiais que visem diminuir a utilização desses recursos naturais tem se mostrado uma alternativa viável.

No setor da construção civil, responsável pela produção de bens duráveis, uma das propostas é a utilização de resíduos provenientes de outros setores da economia como matéria prima para produção de materiais. Nessa linha, as telhas ecológicas surgem como alternativa para as tradicionais telhas de fibrocimento e cerâmica.

Cabe ao profissional de Arquitetura formular estratégias de concepção de uma edificação sustentável e para isso é necessário que ele conheça o material desde sua concepção até seu desempenho em ensaios mecânicos. Portanto, esse estudo de caso, que envolveu resultado de uma visita técnica a uma fábrica de telhas ecológicas, aborda todo o processo de fabricação da telha, resíduos gerados bem como seus resultados em ensaios de tração e flexão.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O trabalho do Arquiteto e Urbanista, segundo Serra (2006) envolve encontrar a solução de problemas usando a criatividade e também método, ou seja, devem aliar critérios técnicos de eficiência, eficácia e estética para embasar o seu projeto, adaptado ao espaço natural para atender as necessidades humanas socialmente definidas (SERRA, 2006, p.15). Portanto, o desenvolvimento de um trabalho científico que almeje ser relevante nessa área passa pela escolha de uma metodologia adequada, que possa se enquadrar no modo de trabalho do arquiteto, gerando uma contribuição acadêmica significativa.

De acordo com Miguel (2007), “[...] a importância metodológica de um trabalho pode ser justificada pela necessidade de embasamento científico adequado, pela busca da melhor abordagem para endereçar as questões da pesquisa”. Nesse estudo, faz-se necessária a adoção de uma metodologia que permita abordar, no mesmo trabalho, com embasamento científico, o processo de produção do material e ao mesmo tempo as características de resistência a tração e flexão. Ou seja, é necessário que a metodologia adotada tenha características empíricas de modo que optou-se pelo emprego do estudo de caso.

O estudo de caso conforme discutido por Ventura (2007) e Gil (2002) é amplamente utilizado nas ciências médicas e sociais. Onde Gil (2002, p. 30) destaca ainda que esta metodologia consiste “[...] no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” sendo adequado para para investigações de fenômenos contemporâneos dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são facilmente distinguíveis (GIL, 2002, p. 30). É exatamente neste cenário que este estudo se enquadra. Sendo a Arquitetura e Urbanismo uma

ciência social aplicada, é necessário que este profissional compreenda o processo de produção do material, que este seja comparado com os demais materiais comumente utilizados, para que ele possa embasar a tomada de decisão sobre seu uso no projeto. No caso das telhas ecológicas, estamos no âmbito da arquitetura sustentável e conforme afirmam Gonçalves e Duarte em (2006) “[...] a sustentabilidade de um projeto arquitetônico começa na leitura e no entendimento do contexto no qual o edifício se insere e nas decisões iniciais de projeto.” Ou seja, o fenômeno que é objeto de estudo deste trabalho e o seu contexto se fundem no projeto do profissional de Arquitetura e Urbanismo e o estudo de caso permitirá o embasamento das decisões iniciais de projeto.

O rigor do estudo de caso é frequentemente colocado em cheque. Embora isso seja um equívoco causado pela incompreensão do método e, como defende Ventura (2007) pelo fato dos estudos de casos utilizarem uma ou poucas unidades é importante definir na metodologia do estudo os passos que serão adotados. Este estudo de caso seguirá a proposta de Miguel (2007), sendo constituído de uma estrutura conceitual teórica, planejamento dos casos, coleta de dados, análise de dados e a produção de um relatório.

Segundo André (1984) o estudo de caso do processo produtivo de um material permite tratar de um caso específico decompondo-o em suas partes constituintes, sendo possível então compreender a evolução do processo e atribuir diferentes graus de importância às suas etapas, compreendendo quais são as mais relevantes para gerar as características finais que o produto apresenta. São essas características que são essenciais para que o arquiteto possa decidir se em que situações que o uso do material se aplica. Tratando-se de um material novo cuja sua difusão no mercado ainda é pequena, é fundamental que diferentes áreas do conhecimento o submetam ao escrutínio do rigor científico para poder embasar decisões tomadas por profissionais.

A coleta dos dados é o ponto que precisa ficar claro, pois para um estudo de caso a metodologia é eclética incluindo observação, entrevistas, fotografias, gravações, documentos, anotações de campo e negociações com os participantes do estudo. Neste trabalho utilizaremos fotografias e trabalhos já realizados a respeito do material. Neste último ponto é importante ressaltar também que uma revisão bibliográfica servirá para comparar os dados obtidos com estudos feitos com outros materiais.

Assim, partir de uma visita *in loco* a WWTelhas foram realizadas observações, anotações de campo e registros fotográficos do processo de produção das telhas ecológicas e uma revisão bibliográfica forneceu os dados necessários para comparar a sua resistência à tração e flexão com as telhas de fibrocimento. Deste modo, a apresentação dos resultados e sua discussão será feita em duas etapas: a primeira consiste no processo produtivo das telhas ecológicas e, na sequência, os resultados dos ensaios mecânicos de tração, flexão.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 O PROCESSO DE FABRICAÇÃO**

O processo de fabricação é dividido em etapas manuais e outras realizadas por máquinas elétricas e pneumáticas, tendo início com o recebimento do material reciclado, proveniente do Paraná. O material consiste em caixas de leite que são embalagens cartonadas pós-consumo, Tetra Pak®, contando em sua composição com 75% de papel, utilizado na parte externa de seu corpo, 20% alumínio, utilizado na parte interna, e 5% de plástico para a tampa (ARAUJO, MORAIS, ALTIDES, 2008).

De todo esse material apenas o plástico e o alumínio são utilizados na produção das telhas e, portanto, a etapa seguinte ao recebimento é a separação destes materiais. Para isso, o material precisa ser umedecido, pois o papel absorve a água tornando-se mais pesado que o

alumínio e as partes plásticas. Após serem umedecidos, os materiais são picotados, de modo que o papel fica com uma granulação menor do que as partes de plástico e alumínio. Então, a próxima etapa é o picote e separação do papel. Como o papel tem uma granulação menor e está mais pesado que o alumínio e o plástico, ao realizar o movimento de giro somente ele passa pelos furos da grade circular, figura 1.

Figura 1. Máquina responsável por umedecer e máquina de picote e separação, respectivamente.



Fonte: Autora.

O resíduo deste processo é um papel puro e não é aproveitado pela empresa, no entanto, pode ser aproveitado por outros setores de reciclagem. A partir desta etapa, a matéria prima para a produção das telhas ecológicas está pronta.

Para produzi-las é necessário montar as camas com o plástico e alumínio provenientes da etapa anterior, sendo envolvidos em polietileno, material plástico, maleável e resistente ao calor da prensa. Cada cama utiliza, aproximadamente, 1800 caixas de leite.

Na sequência as camas devem ser aquecidas e prensadas, processo que leva entre 30 a 45 minutos e ocorre à uma temperatura de 150°C.

Ao serem aquecidos, o alumínio e o plástico ficam maleáveis e unem-se para formar uma chapa, que enquanto estiver quente pode ser moldada. Devido a capacidade da prensa, quatro camas são prensadas por vez. As chapas saem da prensa com a espessura padrão para a revenda que é 6 mm. Nesta etapa, destacam-se a escolha da temperatura de prensa e do polietileno para envolver a cama de matéria prima. Pois, a 150°C a matéria prima e o polietileno ficam maleáveis e se agrupam, como desejado, e nenhum tipo de gás tóxico é emitido no processo. Após a prensagem as chapas são manualmente transportadas a máquina responsável por moldá-las, figura 2.

Figura 2. Camas com a matéria prima, prensa em funcionamento e máquina de molde, respectivamente.



Fonte: Autora.

Para o processo de moldagem, é importante que as chapas ainda estejam quentes, mantendo sua maleabilidade. Este processo dura 7 minutos, até que a chapa assuma a forma ondulada característica das telhas. Após este tempo a telha é resfriada por um ventilador de resfriamento, que a própria máquina de molde possui, tornando-a rígida.

A última etapa do processo de fabricação é o desbaste realizado nas arestas das telhas, resultando no acabamento adequado e nas dimensões padrão de revenda, sendo 1,10 metros

de largura e 2,20 metros de comprimento. Para que isso seja realizado, a telha é fixada na máquina de corte, que possui serras em todas as suas arestas, responsáveis por realizar as aparas, como mostra a figura 3.

Figura 3. Máquina responsável por realizar as aparas das arestas das telhas.



Fonte: Autora.

Assim como a separação do papel, a última etapa do processo produtivo também gera resíduos, conforme a figura 4.

Figura 8. Resíduos das aparas das arestas das telhas picoteadas.



Fonte: Autores.

Entretanto, os restos das aparas são picoteados e reutilizados na fabricação de novas telhas.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

As características do material foram colocadas a prova em ensaios de tração e flexão por Araújo, Morais e Altides (2008), que realizaram os testes no Laboratório Multidisciplinar de Materiais e Estruturas Ativas (LaMMEA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Campina Grande. As normativas seguidas foram a ASTM D 698/98 para o ensaio de tração e ASTM D 790 / 98 para ensaio de flexão. Os resultados deste trabalho são apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Resultados dos ensaios de resistência mecânica de tração e flexão.

		Telha Ecológica	Telha Fibrocimento
Ensaio de Tração	Tensão de Ruptura (MPa)	14,39	5,16
Ensaio de Flexão	Carga de Ruptura (N)	4,27	1,28

Fonte: Adaptado de (ARAÚJO, MORAIS, ALTIDES, 2008).

Os resultados mostram que a telha ecológica em comparação com a telha de fibrocimento apresentou uma tensão de ruptura 178,9% maior, uma resistência a flexão 233,6% maior.

#### 4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

A sustentabilidade de um modo geral e mais especificamente os impactos ambientais ganha um espaço cada vez maior na discussão sobre a construção civil. Na busca de mitigar estes impactos a utilização de resíduos como matéria prima tem se mostrado uma alternativa viável. Nessa linha, tão importante quanto o desenvolvimento de novos materiais sustentáveis, a análise do processo produtivo e seu desempenho com um escrutínio científico é fundamental para que profissionais possam se atualizar e embasar a decisão de utilizar estes materiais em critérios técnicos.

A produção de quaisquer tipos de telhas sempre irá causar um impacto ambiental, de modo que a busca deve se concentrar numa produção que minimize-os. O processo produtivo da telha ecológica utiliza matéria prima de descarte de outras áreas da indústria, no caso o alumínio e o plástico, e seus resíduos de produção podem ser reaproveitados na produção de novas telhas ou em outras áreas de reciclagem, como o papel que sobra das caixas de leite. Isso contrasta com a matéria prima da telha de fibrocimento que é retirada diretamente da natureza através da mineração, possuindo grande impacto ambiental.

Além disso, os resultados dos testes de esforços mecânicos mostraram que a telha possui uma flexibilidade significativamente maior do que a de fibrocimento, suportando intempéries climáticas, como granizo por exemplo, e também reduz a zero o risco de quebra durante o transporte.

Todas essas características qualificam o material para o uso em substituição das telhas de fibrocimento usuais. É importante ressaltar que os critérios aqui analisados, embora importantes na definição do projeto arquitetônico, constituem apenas uma fração dos elementos que são levados em conta. Cabe então ao profissional Arquiteto e Urbanista a decisão de utilizá-lo, inserindo-o no ambiente de maneira que esteja de acordo com os critérios técnicos estruturais, de conforto e estéticos estabelecidos.

#### REFERÊNCIAS

- GIL, Antônio Carlos, **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4ª Edição, São Paul: Atlas, 2002, 175 p.
- GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. **Arquitetura Sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Ambiente Construído, v. 6, n. 4, p. 51-81, out./dez. 2006. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3720/2071>>. Acesso em: 10 mai. 2019.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick, **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007.
- SERRA, Geraldo Gomes, **Pesquisa em arquitetura e urbanismo: guia prático de para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**, São Paulo: Edusp, 2006. 261 p.
- VENTURA, Magda Maria, **O estudo de caso como modalidade de pesquisa**, Rev. SoCERJ, v. 20, n. 5, p. 383-386, Set./2007. Disponível em: <[http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007\\_05/a2007\\_v20\\_n05\\_art10.pdf](http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007_05/a2007_v20_n05_art10.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2019.