

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

## REUTILIZAÇÃO DE PNEUS EM UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO DE CAIÇARA DO RIO DO VENTO-RN

Júlio Francisco Dantas Rezende<sup>1</sup> ([juliofdrezende@hotmail.com](mailto:juliofdrezende@hotmail.com)), Andreza Maiara Silva Bezerra<sup>1</sup>  
([andrezamaiarasilva@gmail.com](mailto:andrezamaiarasilva@gmail.com)), Jéssica Rayany Rodrigues Silva<sup>1</sup>  
([jessica.rayany.jr@gmail.com](mailto:jessica.rayany.jr@gmail.com)), João Gomes de Torres Neto ([jneto\\_@hotmail.com](mailto:jneto_@hotmail.com))<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

### RESUMO

Esta pesquisa avaliou a experiência de construção reutilizando pneus inservíveis em funcionamento no Núcleo de Pesquisa em Engenharia, Ciência e Sustentabilidade do Semiárido – NUPECS na cidade de Caiçara do Rio do Vento no estado do Rio Grande do Norte. A pesquisa consistiu na avaliação de aspectos técnicos envolvidos na construção, avaliando também possíveis impactos estratégicos quanto ao desenvolvimento de conscientização e sensibilização na área ambiental. Enquanto resultados, no que se refere aos aspectos técnicos, a pesquisa permitiu realizar vários elementos de caracterização da iniciativa como o investimento (R\$ 11.000,00), destacando um excelente custo do metro quadrado (m<sup>2</sup>) (R\$ 110,00) e a percepção positiva de conforto térmico. Na avaliação de possíveis impactos estratégicos, verifica-se que a construção sustentável com pneus destaca-se enquanto um importante espaço de educação ambiental e uma oportunidade de criação de uma conscientização sobre a responsabilidade com a destinação correta dos resíduos.

**Palavras-chave:** Construção sustentável; Resíduos; Pneu.

## REUSING TIRES IN A SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN CAIÇARA RIO DO VENTO-BRAZIL

### ABSTRACT

This research evaluated the construction experience reusing waste tires in operation at the Nucleus of Research in Engineering, Science and Sustainability of the Semi-arid - NUPECS in the city of Caiçara do Rio do Vento in the state of Rio Grande do Norte - Brazil. The research consisted of the evaluation of technical aspects involved in the construction, also evaluating possible strategic impacts regarding the development of environmental awareness. As a result, with regard to the technical aspects, the research allowed to carry out several elements of characterization of the initiative as investment (R\$ 11,000.00), highlighting an excellent cost of m<sup>2</sup> (R\$ 110.00) and positive perception of thermal comfort. In the evaluation of possible strategic impacts, it can be seen that sustainable tire construction stands out as an important location for environmental education and an opportunity to create awareness about responsibility for the correct disposal of waste.

**Keywords:** Green construction; Waste; Tires.

### 1. INTRODUÇÃO

Entre os principais problemas relacionados à expansão urbana, destaca-se o aumento do consumismo e conseqüentemente de resíduos sólidos gerados ao longo do tempo. Há algumas décadas diversos estudos nas mais diferentes linhas de atuação vêm apontando impactos que o homem tem imposto aos sistemas de suporte de vida do planeta, estes impactos podem ser observados em todas as esferas das necessidades básicas humanas.

Segundo Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2016 o Brasil gerou 78,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos. A norma NBR 10004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente. Os pneus inservíveis enquadram-se na categoria de

resíduos perigosos, e seu descarte indevido contribui com enormes prejuízos ambientais, como a proliferação de mosquitos transmissores de doenças; a emissão de gases nocivos e destruidores da camada de ozônio. A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 416/2009 dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e o oferece outras providências. O Art. 3° da referida resolução, afirma que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível. Segundo o DENATRAN (2019), em Dezembro de 2018, havia no Brasil uma frota de 100.746.553 veículos. Desse modo, com base no total de veículos, há uma produção anual aproximada de 201.493.106 pneus velhos, ou seja, são mais de 200 milhões de pneus descartados anualmente. Por isso que a indústria de pneus foi incluída no programa obrigatório de implantação da Logística Reversa previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010, no Art. 33° Inciso III). Em virtude de suas características, os pneus são resíduos sólidos de difícil coleta, armazenamento, compactação e alto tempo de decomposição. Acumular pneus em determinadas áreas não é a melhor alternativa, pois além de ocuparem muito espaço, existem outras possibilidades de destinação final ambientalmente adequada, entre elas estão: a reciclagem, a reutilização em decorações, construção civil, material para isolamento acústico, aplicação em espaços públicos urbanos, artesanato ou até mesmo o uso em construções sustentáveis.

As construções sustentáveis são uma alternativa à construção convencional que segundo CIB; UNEP-IETC (2002) apontam que a indústria da construção civil absorve em torno de 50% de todos os recursos extraídos da crosta terrestre e consome entre 40% e 50% da energia utilizada em cada país. Prontamente a construção sustentável utiliza materiais disponíveis em sua grande maioria resíduos que se mostram menos impactantes, tanto ao homem como ao ambiente.

As edificações construídas com pneus já existem em alguns municípios brasileiros e a técnica consiste na construção natural, utilizando pneus inteiros e solos prensados na confecção de paredes que são assentados diretamente no solo (sem cobertura vegetal).

Diante deste cenário reitera-se a importância da sustentabilidade na sociedade contemporânea, dado que existe a necessidade do incentivo a se buscar construir uma sociedade sustentável, que possa caminhar equilibrando o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida.

O objeto de estudo está localizado no Núcleo de Pesquisa em Engenharia, Ciência e Sustentabilidade no Semiárido (NUPECS), no município de Caiçara do Rio dos Ventos (100 km de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte). O município situa-se no semiárido nordestino, suas características são clima quente e seco com baixa incidência pluviométrica (precipitação média anual de 533,6 mm) (IDEMA, 2008) o que faz com que exista uma necessidade de implantação de um sistema de captação de águas pluviais. A construção realizada com pneus pode ser visualizada na Figura 01 situada abaixo.

**Figura 01.** Construção feita com pneus reutilizados



Fonte: Canindé Soares

A edificação feita com pneus encontra-se em um espaço (NUPECS) onde existem outras construções também feitas com resíduos: Casa com Pet (construída com garrafas PET), Casa com Long Neck (feita com garrafas long neck) e o Castelo Verde (ainda em construção), iniciativa essa que se trata de um castelo feito com garrafas de cerveja Heineken de 600 ml.

## **2. OBJETIVO**

Este estudo teve como principal objetivo caracterizar e apresentar o processo de construção sustentável de uma edificação realizada com pneus inservíveis e apontar os aspectos positivos e negativos da construção. Procurou-se também estabelecer uma comparação com os modelos tradicionais de construções.

## **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada foi caracterizada como um estudo de caso, que conforme descrito nos objetivos, descreveu e caracterizou o processo de construção de edificação feita com pneus inservíveis e seu sistema de captação de águas pluviais. Para a realização da pesquisa, utilizaram-se referências bibliográficas sobre os temas de construção sustentável, bioconstrução e arquitetura orgânica, identificando como a literatura pode ser orientadora para a realização desse tipo de construção.

A metodologia apresentou as seguintes etapas:

1. Visita dos pesquisadores ao NUPECS, local onde está a construção com pneus. A referida visita ocorreu no dia 5 de abril de 2019.
2. Construção de uma metodologia de avaliação de construções sustentáveis.
3. Análise dos resultados.

### **3.1. Visita dos pesquisadores ao NUPECS**

A visita dos pesquisadores ao NUPECS, local onde está a construção com pneus, consistiu das atividades:

- reconhecimento da área;
- realização de levantamentos diversos;
- coletar testemunhos com as pessoas envolvidas na construção;
- realização de medidas diversas;
- avaliação visual de materiais e técnicas utilizadas;
- registro fotográfico.

### **3.2. Metodologia de avaliação de construções sustentáveis**

Para a realização do estudo, a metodologia foi dividida em 5 etapas principais: idealização do projeto; diretrizes do projeto; local de implantação; implantação do projeto e do sistema de captação de água pluvial.

Ainda incluso na metodologia foi seguido o modelo proposto por Rezende (2014), onde além da descrição e caracterização da construção ainda se fez uma relação entre os aspectos positivos e negativos relacionados à construção sustentável. A comparação que se estabelece entre aspectos positivos e negativos, são pertinentes às dimensões relacionadas à construção sustentável, que neste caso são a utilização de pneus inservíveis e o sistema de captação de água pluvial, foram selecionados indicadores para avaliar o processo de construção sustentável, e posteriormente houve a criação de quadros comparativos afim de quantificar e qualificar os aspectos relacionados a esta construção, bem como os impactos ambientais, sociais e econômicos.

### **3.3. Análise de aspectos técnicos e estratégicos**

A partir da realização das duas etapas anteriores (visita dos pesquisadores ao NUPECS e metodologia de avaliação de construções sustentáveis) foi possível emitir variadas constatações sobre a experiência de construção sustentável.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultado da visita dos pesquisadores ao NUPECS

A visita foi importante para se identificar iniciativas relacionadas à sistematização do conhecimento relacionado ao processo de realização da construção sustentável. A seguir, a Figura 02 registra a visita do grupo de pesquisadores ao local de realização da pesquisa.

**Figura 02.** Visita dos pesquisadores na edificação com pneus



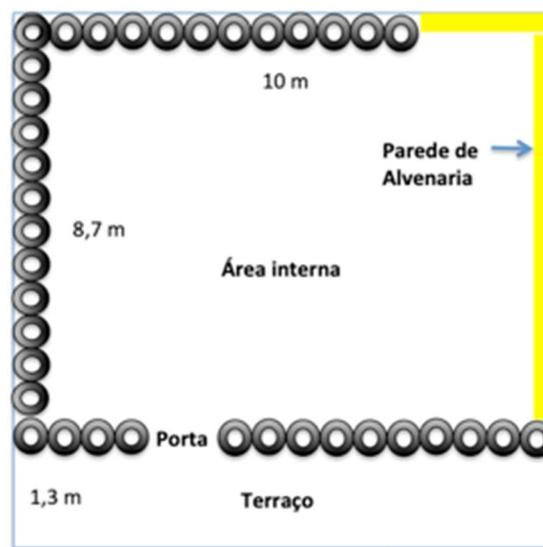
Fonte: autoria própria.

### 4.2. A metodologia de avaliação de construções sustentáveis.

A fase de idealização do projeto teve início com a necessidade de conter a erosão causada no solo pela ação da chuva, para isso foi instituída uma barreira de contenção pluvial utilizando pneus preenchidos com areia. Arelada a essa perspectiva inicial de contenção da erosão do solo e a visão de que pneus eram resíduos de difícil coleta e reciclagem, surgiu à ideia da construção sustentável utilizando pneus inservíveis e com isso foi desenvolvido o projeto visando construir uma edificação coerente com critérios previamente estabelecidos de sustentabilidade, racionalização energética e mínimo impacto ambiental negativo.

Passada a fase de idealização foram traçadas as diretrizes do projeto, onde foram definidos os materiais a serem utilizados, o projeto arquitetônico, o projeto estrutural, juntamente com o projeto elétrico. No aspecto relacionado à escolha dos materiais, o pneu foi eleito como matéria-prima fundamental, visto que ele seria essencial na edificação do projeto, pois daria à estabilidade necessária a construção. Nas atribuições referentes ao projeto arquitetônico, a planta baixa está descrita conforme a Figura 03.

**Figura 03.** Planta baixa da edificação com pneus



Fonte: autoria própria.

A Figura 03 evidencia a planta baixa da edificação com pneus, que possui área de 100m<sup>2</sup> de área externa e 88m<sup>2</sup> de área interna, essa diferença se dá devido o diâmetro do pneu ser maior que o tijolo convencional. Além do projeto arquitetônico o projeto estrutural contou com o cálculo das fundações e estruturas necessárias para manter a edificação com adequadas condições estruturais e evitar problemas futuros. O projeto elétrico contou com a determinação dos circuitos elétricos e seus componentes afim de fornecer eletricidade à construção.

O local da construção dentro da propriedade (NUPECS) foi escolhido a partir do momento que no local já estava sendo construída uma barreira de contenção da erosão do solo. Tendo em vista já estar no local uma barreira de pneus intercalados que já atingia em torno de 1,20 m de altura, e verificando-se características de estabilidade do material construtivo utilizado (pneu), pode-se considerar que isso tenha sido o elemento motivador para se vislumbrar a experiência construtiva enquanto uma oportunidade de se edificar com esse material.

Após as fases de idealização e projetos, houve a fase de construção da edificação, o mesmo foi construído em um período de em média um ano e contou com a colaboração de três profissionais. As etapas de construção e os investimentos relacionados estão descritas no Quadro 01.

**Quadro 01.** Etapas da edificação com pneus e investimento

Etapa	Descrição	Tempo	Período	Itens de Investimento	Investimento
1	Construção de instalação com uso inicial dos pneus (barreira de contenção)	1 ano	Jan/2016-dez/2017	pneus	-
2	Decisão de construção da edificação com pneus			-	-
3	Coleta de materiais a serem utilizados na construção	1 ano	2017	-	-
4	Construção do telhado	3 meses	Jan-mar/2018	Telhas, madeira e recursos humanos	R\$ 8.000,00
5	Construção do piso	1 mês	Out/2018	Cimento, tijolos, areia e RH	R\$ 500,00
6	Construção da quarta parede de alvenaria	1 mês	Nov/2018	Cimento, areia e RH	R\$ 1.000,00

7	Conclusão da construção – instalação das janelas	1 mês	Dez/2018	Cimento, areia, viga de concreto, janelas e RH	R\$ 1400,00
8	Construção do sistema de coleta de água pluvial	1 mês	Jan/2019	Calhas, canos de PVC e RH	R\$ 100,00

Fonte: autoria própria.

Conforme descrito no Quadro 01, a edificação com pneus foi construída em fases, onde o período de construção foi prolongado devido a coleta de matéria prima apresentar uma certa dificuldade em relação a sua disponibilidade. Além dos pneus cheios de areia, foram utilizados cimento, madeiras e telhas para a construção.

O Quadro 01 também traz informações sobre os investimentos de construção da edificação de pneu. Estimativa considera que os investimentos tenham sido de R\$11.000,00 sendo maior parte do investimento com a instalação do telhado. De acordo com esse valor, o valor médio do metro quadrado (m<sup>2</sup>) construído foi de R\$ 110,00.

A Figura 04 ilustra momento inicial da construção.

**Figura 04.** Momento inicial da construção



Fonte: acervo próprio

Os pneus foram utilizados inicialmente no terreno para evitar o processo erosivo do solo. A Figura 05 ajuda a se visualizar o primeiro momento de uso do pneu no NUPECS.

**Figura 05.** Momento inicial da construção



Fonte: acervo próprio.

Na Figura 05 acima é possível ver elementos de erosão no solo, aspecto que motivou o uso dos pneus para debelar o processo erosivo em curso. A Figura 06 registra a visita de estudantes do curso de Engenharia Ambiental da UFRN ao NUPECS, e em visita ao local de construção do que viria a ser a construção com pneus.

**Figura 06.** Visita de estudantes à construção



Fonte: acervo pessoal.

Os estudantes de Engenharia Ambiental da UFRN ficaram muito interessados com as possibilidades de reuso do pneu enquanto elemento construtivo. A Figura 07 a seguir registra o processo construtivo das paredes.

**Figura 07.** Processo de edificação das paredes.



Fonte: acervo pessoal.

A Figura 07 (anterior) registra o processo de adição de areia no interior das paredes. A imagem a seguir (Figura 08) registra a construção do terraço da edificação.

**Figura 08.** Processo de construção do terraço da habitação



Fonte: acervo pessoal.

Na Figura 08 acima é possível visualizar que foi também aplicado cimento nas paredes da edificação. A Figura 09 registra o processo de construção da parede de alvenaria.

**Figura 09.** Processo de construção da parede de alvenaria



Fonte: acervo pessoal.

A construção de uma das paredes de alvenaria se deve a referida parede, tendo em vista a declividade da parede, possuía uma altura superior de 4 metros, o que gerava problemas de estabilização e queda de segmentos da parede. Devido a esse motivo a equipe decidiu construir a parede de alvenaria. A Figura 10 registra o processo de construção do piso da área interna.

**Figura 10.** Processo de construção do piso interno



Fonte: acervo pessoal.

Após a construção instalou-se o sistema de captação de águas pluviais onde foi construído um conjunto de dispositivos captadores de água, entre eles o reservatório, tubulação em PVC, filtros e calhas para que seja possível fazer a reserva da água da chuva, como é mostrado na Figura 11. Por meio da Figura 11 é possível visualizar que a construção com pneu proporciona a coleta de água da chuva, a partir da instalação do sistema de coleta de água pluvial.

**Figura 11.** Destaque do sistema de coleta de água pluvial.



Fonte: autores.

Conforme mostrado na Figura 11, o sistema de captação de águas, tem permitido coletar significativo volume de água de chuva, recurso esse que será estratégico para convivência do Núcleo de Pesquisa em Engenharia, Ciência e Sustentabilidade do Semiárido –NUPECS durante o período de estiagem.

#### **4.3. Resultados da análise de aspectos técnicos e estratégicos**

Verificaram-se como resultados, várias constatações relacionadas à construção feita com pneu:

- O pneu leva em seu interior areia, pedras e outros elementos de preenchimento interno, de modo a aumentar a estabilidade da parede. Os referidos materiais utilizados no interior dos pneus e o próprio pneu, quanto à espessura, na aplicação enquanto elemento construtivo para a edificação da parede, característica essa que proporciona mais conforto térmico à construção.
- A construção está sendo colocada à apreciação dos visitantes que emitem opiniões sobre possíveis usos, melhorias, conforto térmico etc.
- É possível observar na construção um baixo uso de água. Basicamente a água foi utilizada na preparação do cimento utilizado no piso e no acabamento das paredes.
- O telhado da edificação possui sistema de captação de águas pluviais, característica essa que tem proporcionado o aumento do armazenamento do volume de água, elemento esse fundamental para melhor convivência da propriedade rural no semiárido durante os períodos de estiagem.
- A construção se apresenta enquanto um espaço de educação ambiental, tendo em vista que de modo geral o pneu não é percebido enquanto um elemento construtivo.

## 5. CONCLUSÃO

A construção realizada com pneus pode inspirar para que indivíduos e organizações percebam outras formas e abordagens de uso dos resíduos. Mostra-se fundamental para o desenvolvimento sustentável de pesquisas que identifiquem como os resíduos podem estar sendo reutilizados e compreendidos enquanto matérias-primas que teriam aplicações diferentes do seu uso original. Nesse sentido, a construção realizada com pneus e outras experiências de construção sustentável, em operacionalização no Núcleo de Pesquisa em Engenharia, Ciência e Sustentabilidade do Semiárido, apresentam-se enquanto importantes ações educacionais que podem motivar, em especial estudantes, crianças e jovens a se comprometerem na defesa do meio ambiente. É pertinente observar que um dos grandes benefícios da presente pesquisa foi ter proporcionado resgatar as variadas etapas envolvidas na construção com pneu. Pode-se verificar esse aspecto, a grande contribuição da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira nº 10004. Classificação de Resíduos. 2004. NBR 10004/04.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**, 2017. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/20/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/20/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 20 de mai. 2018.

AKANDE, O. K.; FABIYI, O.; MARK, I. C. CIB/UNEP-IETC (2002). Abordagem Sustentável para o desenvolvimento de edifícios energeticamente eficientes para o futuro resiliente do ambiente construído na Nigéria. **Rev. Americana de Engenharia Civil e Arquitetura**. 2015.Vol. 03. Nº 04. Págs. 144-152.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>>. Acesso em 15 de abr. 2019.

IDEMA - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Perfil do seu município. Caiçara do Rio do Vento. Ano 2008. v. 10. p. 1- 21, 2008.

PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Reciclagem de pneus. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-pneus/>. Atualizado em 23/08/18 por Gabriela Lamendola, bacharel licenciada em Ciências Biológicas e pós graduada em Gestão Ambiental. Acesso em 11 de abr. 2019.

REZENDE, Júlio Francisco Dantas de. **Construção Sustentável em uma Propriedade Rural no Nordeste Brasileiro**, In: Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social - ENEDS, Castanhal - PA, 2014.