

Análise mecânica em flecha de sisal *Agave sisalana*: alternativa à construção de menor impacto ambiental.

Lucas Lima Costa ¹; Caroline Silva Sena ²; Gabriel Alcântara Dourado de Oliveira e Silva ²; Rita Dione da Cunha²; Sandro Fábio César²; Cleidson Carneiro Guimarães ³

¹ Engenheiro Civil / Universidade Católica do Salvador / lucaslest@gmail.com; ² Laboratório de Madeiras / Universidade Federal da Bahia; ³ Laboratório de Materiais de Construção / Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Resumo: A flecha de sisal é um dos subprodutos da *Agave sisalana*, espécie inicialmente inserida na região nordeste brasileira. Após alguns anos, o governo baiano observou na planta a possibilidade econômica na produção de fibras com incentivos econômicos ao cultivo do agave. A flecha produzida pela espécie foi inserida nas construções do meio rural e urbano como alternativa aos métodos construtivos. A demanda por novos materiais de origem vegetal e de menor impacto ambiental expõe a flecha como uma alternativa a novos materiais para construção civil. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar as propriedades físicas e mecânicas da flecha do sisal. Para isso, foram realizados os ensaios de compressão paralela às fibras, de umidade e densidade conforme a NBR7190:1997. Observou-se que a flecha de sisal apresentou a melhor relação resistência densidade se comparada a materiais como o aço e concreto.

Palavras-chave: Flecha de sisal, Impacto ambiental, Materiais de construção.

Mechanical analysis in peduncle of *Agave sisalana*: alternative to civil construction with less environmental impact.

Abstract: The sisal's peduncle is one of the byproducts of *Agave sisalana*, specie inserted in Brazilian northeast. After years, the government released the plant as an economical alternative by the natural fibers production and gave economic incentives. The peduncle produced by the Agave was inserted on the construction in rural and urban areas, as alternative to constructive methods. The demand for new vegetal origin materials and with lass environment impact has potentialized the use of peduncle, especially as an alternative to new materials to civil construction. The main goal of this article was to analyze the mechanical and physical properties of the sisal's peduncle. In order to do this, some tests were realized as parallel compression to the fibers, humidity and density according to NBR 7190:1997. It was observed that the sisal's peduncle did show better relation to density resistance compared to consecrated materials used to construction.

Keywords: Peduncle, Environment Impact, Construction materials.

1. INTRODUÇÃO

O escapo ou haste da *A. sisalana* ou simplesmente flecha, embora pouco explorado, cresce de forma retilínea e atinge comprimentos que propiciam sua utilização nas construções, ainda que de forma empírica. Como relatam Silva et al. (2008) que a altura do escapo pode variar de 6 a 8 metros. A utilização da flecha em processos construtivos em algumas regiões sisaleiras está limitada essencialmente às estruturas de cimbramento, sendo as flechas aplicadas como escoras para confecção de vigas e lajes moldadas *in loco*, alternativamente às demais estruturas (aço e madeiras). As flechas detêm custos inferiores, são profusas onde há exploração da *A. sisalana* e demandam menos recursos para produção e aplicação, tornando-se atrativas quando comparadas a outros materiais.

A inserção de espécies alternativas, empregadas para os diversos fins na construção civil, contrapõe-se aos impactos ambientais suscitados pela exploração acentuada deste recurso, sendo esse um importante cenário do setor produtivo que mais consome madeiras em geral, na forma de insumo (Zenide, 2009).

A Organização Internacional de Normas, através da ISO 15392:2008, (Sustainability in building construction) ressalta que o desafio para a sustentabilidade é global e exige estratégias para as construções sustentáveis que podem ser locais e variar diante do meio em que o projeto está inserido. A demanda por novos materiais ambientalmente corretos e aplicáveis a construção exige, portanto, aspectos mais amplos em torno da sustentabilidade. Nesta conjuntura, têm-se os produtos de origem vegetal, tal como a flecha de sisal capaz de atender aos aspectos de sustentabilidade dos projetos. Como ressaltam Adeodato *et al.* (2011) são os elementos de origem vegetal, oriundos das florestas, que constituem papel central diante das questões climáticas atuais, através do ciclo de carbono.

A origem do sisal é incerta na bibliografia. Para Pinto (1969) a inserção da planta do agave no estado da Bahia deu-se a partir do envio de bulbilhos da Flórida (Estados Unidos), através de uma empresa americana. No entanto Miranda (2011) em referência a Souza (1987), afirma que a inserção ocorreu nos primeiros anos do século XX, a partir do envio de mudas do sisal pelo então cônsul norte-americano no México, Dr. Herry Perrine.

Santos e Silva (2017) relatam que o cultivo do sisal no semiárido baiano tem origem no início do século XX embora sem perspectiva comercial e se mantém até os anos 40, período que é denominado Gênesis do sisal. A partir de 1935 *A. sisalana* passa a ter incentivos do governo estadual para ser explorada comercialmente.

De acordo com Silva *et al.* (2008), as plantas do sisal têm faixa de produtividade entre 10 a 12 anos, e o baixo consumo de recursos para o crescimento faz com que espécie seja explorada em regiões historicamente marcadas pelas secas, com baixo índice pluviométrico e solos com relativo grau de erosão, a exemplo do Território do Sisal. Esta região está situada ao longo do semiárido baiano e é composta por vinte municípios que ocupam ao todo 20,308 km² ou 3,6% do território do estado da Bahia (594,692 km²), dos quais, as cidades de Conceição do Coité e Valente destacam-se pela exploração, manufatura e comércio do sisal.

Embora seja grande a área empregada para produção do sisal, há uma pequena exploração da flecha que é um importante produto desta espécie. De modo geral, o escape floral da *A. sisalana* é coletado após a morte da planta e seco à condição ambiente. A Figura 1 apresenta a imagem de uma flecha após coleta.

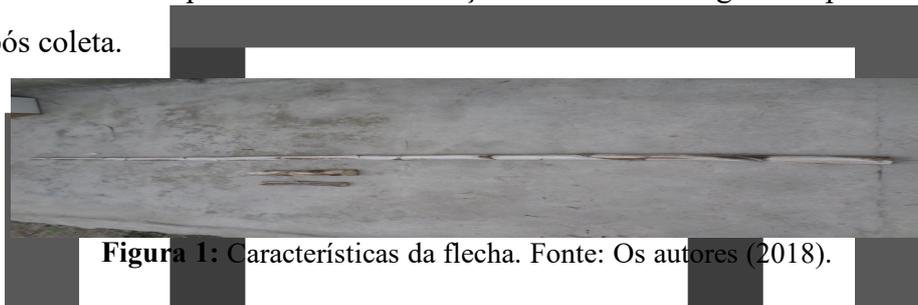


Figura 1: Características da flecha. Fonte: Os autores (2018).

Com isso, o objetivo deste artigo foi analisar as propriedades físicas e mecânicas da flecha de sisal buscando a viabilidade do seu emprego como material alternativo a elementos construtivos, tais como a madeira e o aço.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção e coleta do material

As flechas do sisal utilizadas nos ensaios foram coletadas na Cidade de Conceição do Coité, município pertencente ao Estado da Bahia de coordenadas geográficas 11° 33' 41" Sul, 39° 17' 10" Oeste, na região rural denominada “Fazenda Poço”, de onde foi extraído um único lote com 30 exemplares, composto de forma aleatória, do escape floral do *Agave S.*, com a planta em estado de secura à condição ambiente.

2.2 Tratamento e identificação do lote

Os corpos-de-prova utilizados no ensaio de compressão paralela às fibras foram obtidos a partir de seis flechas isentas de defeitos na casca, com diâmetro e comprimento variados. Posteriormente, seguindo a determinação normativa da NBR 7190:1997, foram descartados da base e do topo da flecha, comprimentos equivalentes a cinco vezes a seção nominal ou no mínimo 30

centímetros. A peça foi então dimensionada conforme o comprimento restante e dividida em três amostras, apresentada na Figura 2, dando origem as amostras de base (OB), meio (OM) e topo (OT).



L0 – Descarte para linearização da peça;
L1 – Descarte normativo: cinco vezes a
seção nominal ou mínimo de 30 cm;

OB – Amostra com origem na Base;
OM – Amostra com origem no Meio
OT – Amostra com origem no topo.

Figura 2: Cortes para obtenção dos CPs. Fonte: Os autores (2018).

2.3 Ensaios realizados

Os ensaios para obtenção das características físicas e mecânicas foram realizados com base nas conformidades da NBR 7190:1997 – Projeto de Estruturas de Madeira, junto ao item 6.3.2 e o “Anexo B” no qual estão contidos os procedimentos e amostragens para realização dos ensaios de caracterização, como a resistência à compressão paralela às fibras: ou e umidade e densidade.

3. RESULTADOS

Foram realizados ensaios de compressão paralela às fibras com uso de máquina universal de ensaios. Os dados obtidos foram:

Gráfico 1: Resultado ensaio de compressão x diâmetro nominal. Fonte: Os autores (2019).

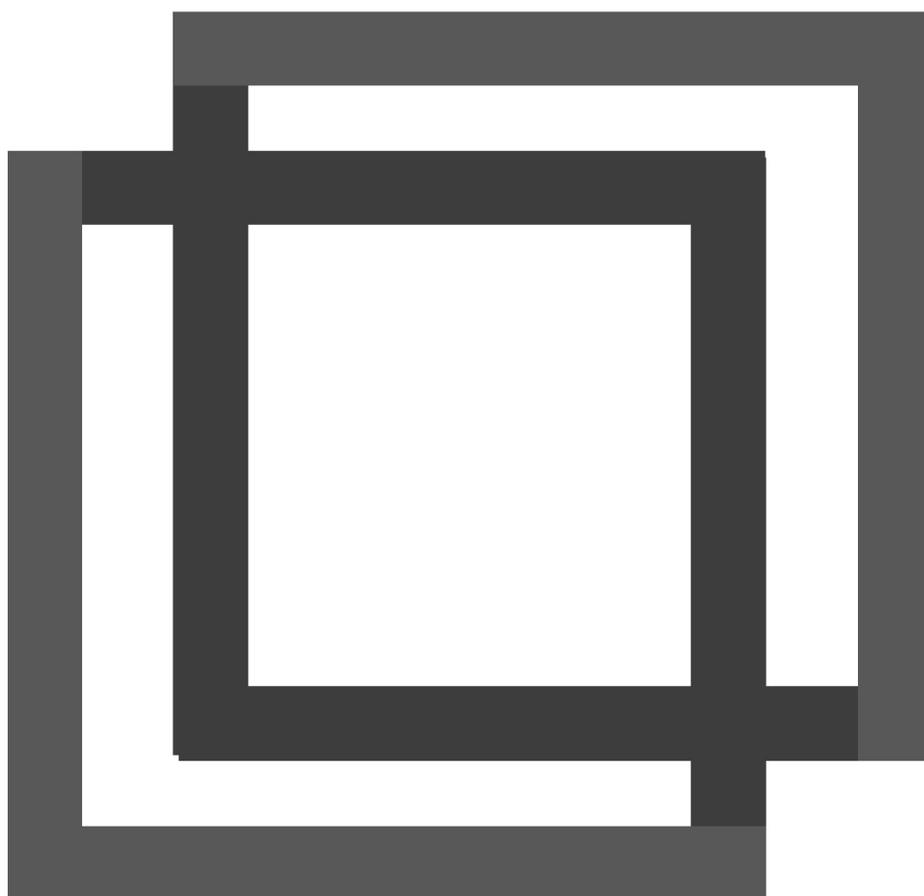
4. DISCUSSÃO

Após análise estatística aplicada aos resultados dos ensaios, verificou-se que não há variação significativa na resistência à compressão conforme varia a altura da flecha de sisal. As resistências médias para base, meio e topo foram 12,31 MPa, 13,13 MPa e 11,82 MPa respectivamente, para diâmetros variando entre 4,15 cm e 6,82 cm. A umidade média entre os corpos de prova foi de 12,13% e também não correspondeu a uma variação significativa ao longo do comprimento longitudinal do objeto de estudo. A densidade aparente média para os CPs com origem na base foi de 0,2128 g/cm³, no meio de 0,2123 g/cm³ e no topo de 0,2213 g/cm³. O ligeiro aumento da densidade em relação aos CPs base e meio para o topo, pode estar relacionado à diminuição da

seção interna da flecha nas regiões de menor diâmetro.

A flecha obteve relação resistência/densidade média superior à mesma relação para o concreto e aço, conforme o Quadro 2.

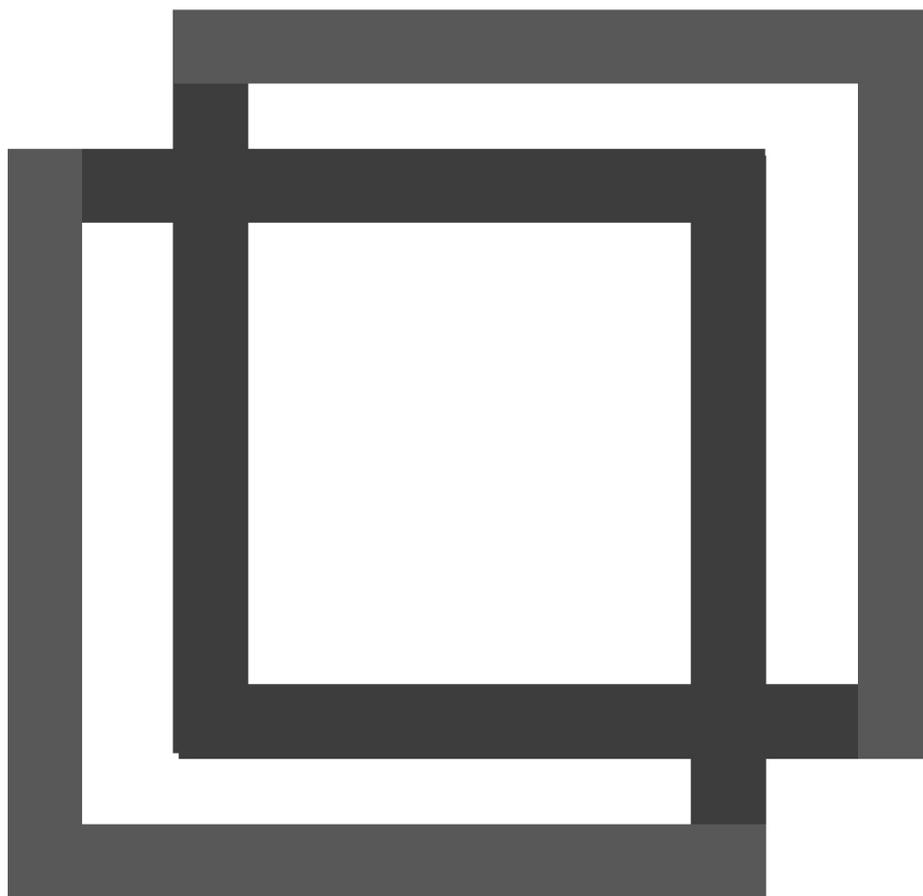
Material		Densidade (kN/m ³)	Energia na produção	Resistência (MPa)	Relação Resistência/ Densidade
Concreto	Comum	24,0	Óleo	20,0*	0,83
Aço	ASTM A-36	78,0	Carvão	250,0**	3,18
Madeira	Conífera	6,0***	Solar	50,0	8,33
	Dicotiledônea	9,0***	Solar	90,0	10,0
Flecha	Não madeireiro	2,15 ⁽¹⁾	Solar	12,0 ⁽¹⁾	5,58



*Resistência característica à compressão;
**Tensão de escoamento aço ASTM – A36;

***Valores médios de resistência à compressão
paralela às fibras;

1 – Valores médios para os CPs ensaiados.



Quadro 2: Comparação entre materiais. Fonte: Adaptado de Calil e Dias. (1997), NBR 6118 (2014) e NBR 7190 (1997).

5. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- Não existe diferença significativa quanto à resistência à compressão e a umidade ao longo do eixo longitudinal da flecha de sisal.
- O material analisado apresentou boa relação resistência/densidade sinalizando vantagem no mesmo parâmetro comparado ao concreto e ao aço.
- Por ser de origem vegetal e renovável a flecha de sisal constitui-se como reservatório de natural de carbono sendo favorável às questões de mudanças climáticas.
- Os resultados dos ensaios apontam a flecha de sisal como material potencial a ser empregado na construção civil.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro; 2014.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 1997.

Adeodato S, Villela M, Betiol LS, Monzoni M. Madeira de ponta a ponta – O caminho desde a floresta até o consumo. 1. ed. São Paulo: FGV; 2011.

Calil C, Dias A. Utilização da madeira em construções rurais. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental 1997; (1): 71 – 77.

International Organization For Standardization - ISO 15392 Sustainability In Building Construction - General Principles. First Edition; 2006.

Miranda GPM. Agave Sisalana, O Ouro Verde Do Sertão: O mundo do trabalho e os espaços de resistência narrados pela memória dos velhos sisaleiros do semi-árido paraibano (1970-1990). In: XXVI Simpósio Nacional de História. São Paulo. Anais... São Paulo: ANPUH, 2011. p. 1 – 12.

Santos EMC, Silva OA. Sisal Na Bahia – Brasil. Universidade Federal Do Ceará. Mercator. Fortaleza 2017; (16): 1 – 13.

Silva FPM, O território do Sisal. In: Ortega AC, Pires MJS. As Políticas Territoriais Rurais E A Articulação Governo Federal E Estadual Um Estudo De Caso Da Bahia. 1. Ed. Brasília: IPEA: 2016.

Silva ORRF, *et al.* Cultivo Do Sisal No Nordeste Brasileiro. Ministério da Agricultura, pecuária e

abastecimento. Circular Técnica, Campina Grande: 2008.

Pinto MN. Contribuição ao Estudo da Influência da Lavoura Especulativa do Sisal no Estado da Bahia. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro 1969; 31(3):1 – 178.

Zenide GJ. Madeira: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: Editora IPT; 2009. 013.

