



Trabalho de Graduação

ENGENHARIAS 2020

UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE SISAL NO CONCRETO E SUA CONTRIBUIÇÃO AOS ESFORÇOS SUBMETIDOS

BARBOSA, Carlos Alberto Cunha¹; ALVES, João Vitor²

Orientador: Prof. Ma. Cândida Maria Costa Baptista³

Universidade São Francisco

carlos.barbosa@mail.usf.edu.br; joao.alves@mail.usf.edu.br

¹ Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

² Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

³ Professora Orientadora Cândida Maria Costa Baptista, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. Devido à alta ampliação populacional das últimas décadas, a proporção de uso territorial urbano também aumentou, de acordo com as novas moradias. Esse fenômeno urbano gera uma certa preocupação com o meio ambiente, devido a degradação que a natureza sofre com determinados resíduos, descartados inadequadamente. Esse fato incentiva a descoberta das propriedades de novos materiais sustentáveis, que devem ser introduzidos na construção civil. A fibra de sisal, material de fácil acesso nas regiões brasileiras, possui alto índice de trabalhabilidade e pode ser agregado na composição do concreto, contribuindo para a redução de extração de matéria prima natural e minimizando o uso de materiais não sustentáveis de forma direta, devido a sua abundância reduz consideravelmente o custo da construção civil. Através de ensaios laboratoriais serão analisados os resultados de resistência do concreto convencional comparado ao com agregado de sisal, a partir do rompimento de corpos de prova e aplicação do *Slump Test*.

Palavras-chave: concreto; construção civil; fibra de sisal; sustentabilidade.

Abstract. Due to the high population expansion of the last decades, the proportion of urban land use has also increased, according to the new housing. This urban phenomenon generates a certain concern with the environment, due to the degradation that nature suffers from certain waste, improperly disposed of. This fact encourages the discovery of the properties of new sustainable materials, which must be introduced in civil construction. The sisal fiber, a material easily accessible in Brazilian regions, has a high workability index and can be added to the concrete composition, contributing to the reduction of extraction of natural raw material and minimizing the use of unsustainable materials directly, due its abundance considerably reduces the cost of civil construction. Through laboratory tests will be analyzed the results of resistance of conventional concrete compared to that with sisal aggregate, from the breaking of specimens and application of the *Slump Test*.

Key words: concrete; construction; sisal fiber; sustainability.

Introdução

O concreto é um material com uso em expansão, resultado da mistura de agregados com cimento e água, os mais utilizados são denominados agregados miúdos e graúdos, respectivamente areia e brita. Ao ser hidratado o cimento tem a função de ser uma pasta aderente que une os outros elementos, com o processo de secagem gera um bloco sólido com alta capacidade de resistência as forças de compressão.

Esse material se tornou popular, por conta de suas qualidades proeminentes: plasticidade, durabilidade e economia. Quando está molhado, o concreto pode derramar em praticamente qualquer forma, se adequar em qualquer espaço, preencher praticamente qualquer vazio, revestir quase qualquer superfície. Mas, uma vez que seca e cura, mantém sua forma, tornando-se mais forte, mais resistente e mais estável com o tempo.

Por ser um elemento de fácil acesso e simples manuseio, se transformou em um dos materiais mais utilizados pela construção civil, sua evolução e aumento gradativo de utilização, gera uma preocupação com a preservação do meio ambiente, devido a quantidade de resíduos e descarte inadequado. Nesse contexto entra a fibra de sisal, que adicionada ao concreto agrega uma resistência onde à peça é solicitada por tração.

Os materiais sustentáveis são uma alternativa para reduzir os impactos no setor da construção, que vem aumentando gradativamente o uso de recursos não renováveis e assim gerando resíduos sólidos. Essas fibras vegetais são apresentadas nesse contexto como matérias inovadoras e sustentáveis. Por sua vez a planta de sisal é abundante em países tropicais, a Bahia é responsável pela maior produção, facilitando o uso de sua fibra no Brasil.

Sisal é uma planta de fácil acesso no Brasil, sua fibra possui uma capacidade alta de resistir à tração, em diversos estados é utilizada na confecção de cordas, tapetes, redes, e outros objetos. Buscando uma forma de economizar na obra e contribuir com o meio ambiente, essa junção de fibra e concreto se mostra uma saída viável para o futuro.

Através de pesquisas e ensaios se tem por objetivo avaliar a resistência do concreto com agregado de fibra de sisal, com resultados obtidos mediante *Slump Test* e rompimento de corpos de prova em laboratório, as fibras serão aplicadas em diferentes proporções e tamanhos, diversificando os resultados e aprimorando os testes.

Cimento e seus agregados

A mistura base do concreto se mantém a mesma há muitos anos, respectivamente água, cimento, agregado miúdo e agregado graúdo. Com o decorrer do tempo devido ao avanço da construção civil, novas necessidades foram surgindo, e para melhor atendê-las novos tipos de cimento foram criados, são caracterizados por seu módulo de resistência, trabalhabilidade, resistência a agentes naturais. Em muitas situações só o cimento específico não é capaz de atender todas as características requisitadas, nesse contexto entra o papel dos aglomerantes, no mercado atual os mais utilizados são gesso e cal (NEVILLE; BROOKS, 2013).

O Brasil possui a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), responsável por garantir a segurança e conforto através da regulamentação de Normas Técnicas, que são especificações de projeto, cálculo e processos e propriedades para execução de uma obra. A NBR 6.118 normatiza o projeto de cálculo estrutural, onde a mesma retrata requisitos de cálculo que devem ser levados em consideração. Para garantir a segurança na execução e qualidade, segurança, resistência, durabilidade da obra. A ABNT rege todos os tipos de cimento existentes, e aponta como e quando devem ser utilizados, para garantir uma utilização mais adequada e segura dos materiais (ABNT, 2004).

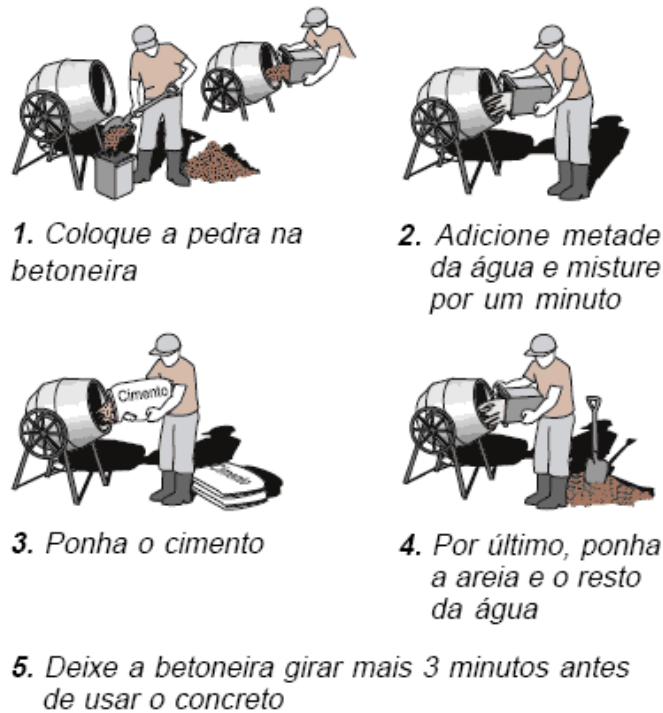


Figura 1 - Misturando em Betoneira (Fonte: Faz Fácil).

Sisal

O sisal (*Agave sisa Lana*) é uma espécie de planta pertencente à família *Asparagaceae* e cujas fibras derivadas de folhas são consideradas uma das fibras vegetais mais importantes comercialmente. O Sisal é uma planta curta, com uma altura de cerca de 0,9 metros e um diâmetro de caule de cerca de 38 centímetros. As folhas cinzas a verde-escuras, carnudas e em forma de lança, de 0,6 a 1,8 metros de comprimento, ramificam-se na forma de rosetas do caule principal. A planta começa a florescer dentro de 4 a 8 anos após o plantio, e flores amarelas com um odor desagradável crescem em seus galhos, decorrentes de um caule alto e central. Os brotos axilares da planta logo se desenvolvem em *bulbils*. Essas pequenas lâmpadas caem no chão, criam raízes e começam a se transformar em plantas independentes. Enquanto isso, as plantas mais antigas do Sisal murcham e morrem após completar uma vida útil que geralmente dura de 7 a 10 anos (NEIRA, 2005).



Figura 2 - Sisal (Fonte: Britannica Escola).

Micrografias representativas obtidas por MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) das partes basal e apical da superfície longitudinal da fibra de sisal apresentam variação do diâmetro ao longo da fibra, que diminui da parte basal para a apical.

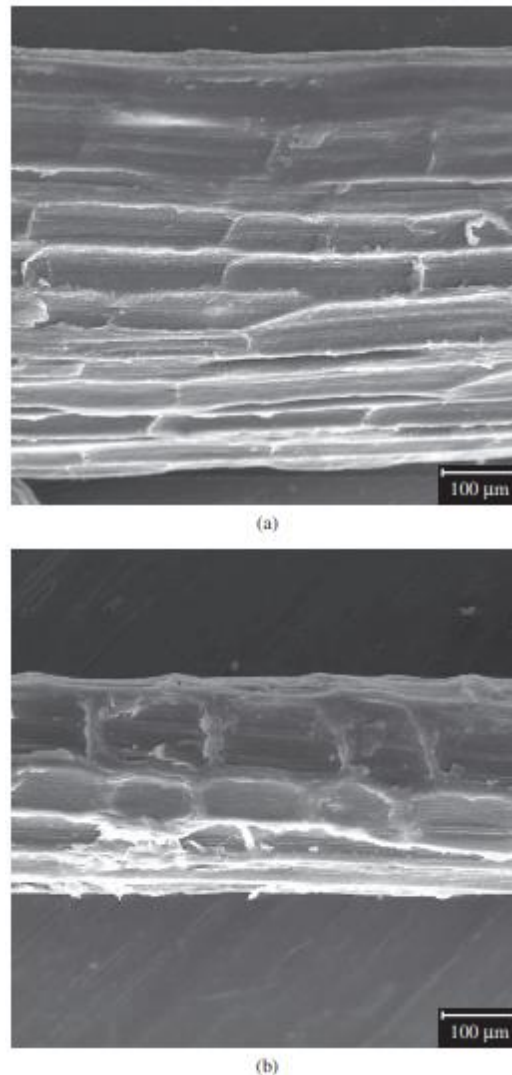


Figura 3 - a) Micrografias obtidas por MEV da parte basal (0-30 cm); e **b)** parte apical (90-120 cm) da fibra de sisal da variedade *Agave sisalana* 150 x (Fonte: MARTIN; MARTINS; MATTOSO; SILVA, 2009).

O Sisal tem imenso potencial futuro para atuar como um recurso renovável, e como tal, fazer parte do plano global de soluções para deter as mudanças climáticas. As plantas de sisal retêm mais dióxido de carbono que produzem, e os resíduos gerados pela indústria de processamento de fibra de sisal são completamente biodegradáveis e podem ser utilizados para produzir biogás, ração animal e fertilizantes naturais. Os extensos sistemas radiculares da planta também protegem o solo contra a erosão e retêm a água dentro do solo. Essas plantas podem ser cultivadas ao longo das margens dos campos de outras culturas, além de impedir a entrada de pragas de insetos e animais nos campos (NEIRA, 2005).

Fibra de Sisal

O sisal é a principal fibra produzida no mundo, correspondendo a 70% da produção comercial de fibras de mesma linhagem. A planta do sisal produz folhas semelhantes a espadas com dentes e perde esses dentes na maturidade. A acetilação da fibra de sisal aumenta a resistência à tração e o módulo dos compósitos resultantes, exceto em alguns casos. Quando

a fibra acetilada é misturada com poliolefinas, ocorrem maiores interações com poliolefina e fibra. Essas interações aumentam a estabilidade dos compósitos. As propriedades térmicas indicam temperaturas de mistura e moldagem entre 160°C e 230°C (MARTIN; MARTINS; MATTOSO; SILVA, 2009).



Figura 4 - Fibras de sisal ao sol (Fonte: Blog do Gesseiro).

A fibra de sisal é uma fibra vegetal com resistência e rigidez específicas que se comparam bem com as da fibra de vidro. A maioria das resinas sintéticas é, no entanto, mais cara que a fibra de sisal, tornando esses compósitos menos atraentes para aplicações de baixa tecnologia. Portanto, para as fibras de sisal que ocorrem naturalmente em resinas do tipo resol, o líquido da casca da castanha de caju é uma alternativa atraente (PEREIRA; OLIVEIRA; MACHADO; MONTEIRO, 2016).

Fibras naturais quando incorporadas ao concreto, apresentam bons desempenhos mecânicos, viabilidade econômica e ecológica. Sua ação pode auxiliar a transferência de tensões no concreto, melhorando a capacidade pós fissuração, reduzindo a propagação das fissuras. Apresentado os objetivos e os resultados da fibra usada no concreto, através de corpos de prova cilíndricos, seguindo a NBR 5.738, de 2015, efetuando comparações com concreto sem a fibra e outras com algumas porcentagens de fibra de sisal em relação do teor do concreto (ABNT, 2015).

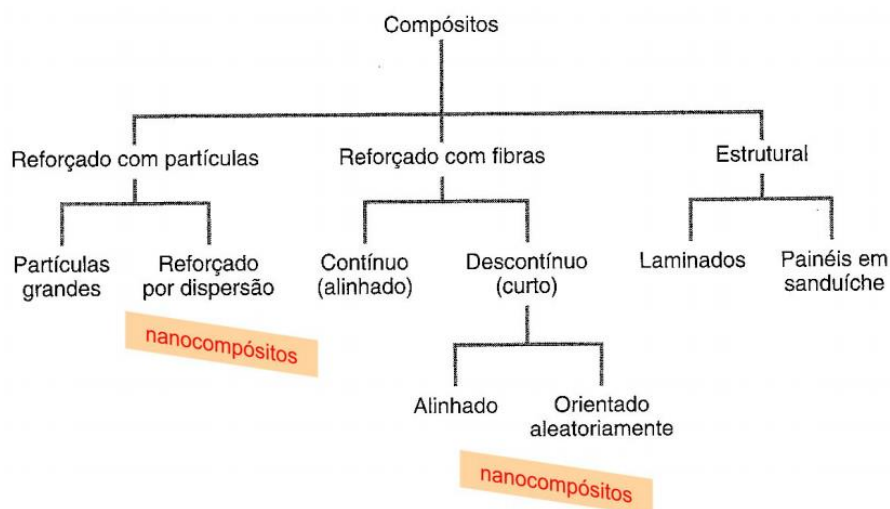


Figura 5 - Compósitos (Fonte: E-disciplinas USP).

A fibra de sisal é totalmente biodegradável, os compósitos verdes foram fabricados com resina de proteína de soja modificada com gelatina. Fibra de sisal, resinas modificadas de proteína de soja e compósitos foram caracterizadas por suas propriedades mecânicas e térmicas. É um recurso altamente renovável de energia. A fibra de sisal é excepcionalmente durável e de baixa manutenção com desgaste mínimo. Sua fibra é muito resistente para tecidos. Não é adequado para um acabamento de parede suave e também não é recomendado para áreas molhadas (PEREIRA; FIDELIS; GOMES; SILVA; FILHO, 2012).

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Fibras naturais quando incorporadas ao concreto, apresentam bons desempenhos mecânicos, viabilidade econômica e ecológica. Sua ação pode auxiliar a transferência de tensões no concreto, melhorando a capacidade pós fissuração, reduzindo a propagação das fissuras. Apresentado os objetivos e os resultados da fibra usada no concreto, através de corpos de prova cilíndricos, seguindo a NBR 5.738, de 2015, efetuando comparações com concreto sem a fibra e outras com algumas porcentagens de fibra de sisal em relação do teor do concreto (ABNT, 2015).

As propriedades mecânicas, como resistência à compressão e módulo de ruptura do concreto da classe M40, variam a dosagem do teor de fibra de 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% e 0,5%, em volume de cimento com comprimento de fibra de sisal de 35 mm. A dosagem ideal de fibra é de 0,3%, até a qual a resistência à compressão aumentou. O número de fibras naturais, como juta, sisal, fibra de coco, etc., está sendo considerado como candidato adequado para materiais de reforço de fibras em compósitos após modificação química. As vantagens das fibras naturais são: fornecimento contínuo, manuseio fácil e seguro e natureza biodegradável. A investigação sobre cimento em concreto é substituída de acordo com a porcentagem de 10%, 20% e 30% em peso de escória e 1% de fibra de sisal é adicionada em peso de cimento. Os cubos de concreto são testados com 7, 14 e 28 dias de cura. O desempenho de resistência do concreto reforçado com fibra de escória é comparado com o desempenho do concreto convencional. A investigação sobre poeira de pedra e fibra de sisal a ser usada no concreto, à densidade foi comparativamente baixa quando comparada ao concreto convencional. Uso constante de pó de pedra a 20% como substituição de agregado fino e adição de fibra de sisal na faixa de 0,25%, 0,50% e 0,75% para o volume total de concreto (ABNT, 2015).

Material e Métodos

O embasamento responsável pela presente pesquisa, tem como fundamento analisar a viabilidade da adição de fibras de sisal adicionadas ao concreto, com o objetivo de melhorar a resistência e diminuir o peso próprio da estrutura. O método será através da comparação de corpos de prova sem fibra e com fibras adicionadas, levando em consideração a resistência a compressão máxima que ambos consegue atingir.

O objetivo final é viabilizar a utilização da fibra, uma vez que ela se mostra um produto de fácil acesso no mercado, com custo muito menor que os materiais naturalmente usados na construção civil, como exemplo o aço. A pesquisa foi inteiramente feita no Centro Tecnológico (CT) da Engenharia Civil, localizado no Campus da Universidade São Francisco (USF) em Bragança Paulista.

Ensaio

Os ensaios foram realizados da seguinte forma, respectivamente:

- 1. Escolha dos materiais:** Foi levado em consideração todas as características dos materiais escolhidos, observando previamente sua granulometria, humidade e resistência. Após a

pesquisa realizada, os seguintes foram selecionados, cimento CP II – F, areia do tipo grossa, brita do tamanho 0.



Figura 6 - Areia utilizada na massa (Fonte: Leroy Merlin).



Figura 7 - Brita utilizada na massa (Fonte: Leroy Merlin).



Figura 8 - Cimento utilizada na massa (Fonte: Leroy Merlin).



Figura 9 - Fibras utilizadas na massa (Fonte: Alibaba).

As figuras representadas acima, respectivamente 6, 7, 8 apresentam os materiais escolhidos, a partir de análises das melhores características e marcas encontradas para contribuir com a veracidade do teste.

2. Pesagem dos materiais: É o processo mais importante, através dele se garante a precisão do volume de cada componente constitui o traço escolhido, afim de atingir 30 Mpa de resistência, foram calculados os volumes unitários de cada material, atingindo um total de 18 unidades de corpos de prova, os resultados encontrados no cálculo foram demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Volume dos materiais utilizados

Cimento (Kg)	Areia (Kg)	Brita (Kg)	Água (l)
9,0	26,0	26,0	5,2

Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF.

3. Mistura: Devido ao grande volume de massa obtido, para facilitar esse processo, foi utilizada uma betoneira para a homogeneização dos materiais, adicionados respectivamente na seguinte ordem, brita, metade do volume de água, cimento, areia e o restante da água.



Figura 10 - Betoneira utilizada no processo de mistura (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

4. Corte da fibra: As fibras de sisal possuem comprimento de 1 m, para adaptação e homogeneidade da mistura, elas foram cortadas com aproximadamente 2 cm cada, para agregar a mistura.

5. Mistura da Fibra: Após concluir a etapa de corte, foram adicionados 600g (1% do volume total) de fibra na metade de concreto obtida anteriormente.



Figura 11 - Betoneira utilizada no processo de mistura (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

6. *Slump test*: Afim de verificar a trabalhabilidade e consistência da mistura de concreto, foram realizados testes de abatimento, buscando a comparação entre o traço tradicional e o modificado com a fibra. Conforme as Figuras 13 e 14, os *slumps* obtidos foram abatimento de 15,3 cm (sem adição de fibras) e 4 cm (com adição de fibras).



Figura 12 - *Slump* da mistura obtida entre concreto e fibra (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).



Figura 13 - Teste sem adição de fibra (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).



Figura 14 - Teste com adição de fibra (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

7. Modelagem: Com o término dos testes de abatimento, foi feito o processo de modelagem, que consistiu na composição de 18 corpos de prova com dimensão de 10 cm x 20 cm, sendo 9 preenchidos com o traço convencional e 9 modificados. Todos foram vibrados, afim de evitar ao máximo os espaços vazios no molde (bicheiras), garantindo o maior ganho de resistência possível.



Figura 15 - Modelagem dos corpos de prova (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).



Figura 16 - Vibração dos corpos de prova (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

8. Processo de cura: Para garantir que o processo de cura do concreto ocorra como o esperado, existiu a necessidade da imersão total dos modelos na água, 48 horas depois. Esse processo garantiu que não houvesse falta de água durante a cura, assim, não haveriam alterações em relação a isso.

9. Ensaios de resistência a compressão em laboratório: Como estipulado previamente na pesquisa, os moldes foram submetidos a testes, respectivamente com 7, 14 e 21 dias de cura, afim de comparar como a fibra reage a cada etapa do processo de cura do concreto.



Figura 17 - Moldes com fibra (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).



Figura 18 - Moldes com traço tradicional (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

A máquina *Forney*, existente no Centro Tecnológico da Universidade São Francisco, possibilitou que todos os moldes fossem submetidos a grandes cargas, afim de medir a resistência máxima de cada um.



Figura 19 - Máquina *Forney* (Fonte: Autor, Centro Tecnológico USF).

Resultados e Discussão

Os 6 primeiros corpos de prova rompidos com 7 dias, na data de 30/10/2020, apresentaram os resultados demonstrados na Tabela 2:

Tabela 2 - Resultados Primeiro Ensaio de Compressão Axial.

Traço Simples			Traço com fibra		
C.P.	Resultado	Unid.	C.P.	Resultado	Unid.
1	7,6	Mpa	1	4,15	Mpa
2	7,3	Mpa	2	4,24	Mpa
3	6,3	Mpa	3	3,11	Mpa

Fonte: Autor.

Segue os cálculos que apresenta a média entre as resistências (1) do corpo de prova com fibra adicionada em 7 dias de cura, o desvio padrão (2) e a taxa de variância (3):

$$(1) X1 = \frac{4,15 + 4,24 + 3,11}{3} = 3,84 \text{ Mpa}$$

$$(2) v1 = \frac{\sqrt{(4,15 - 3,84)^2 + (4,24 - 3,84)^2 + (3,11 - 3,84)^2}}{3} = 0,296$$

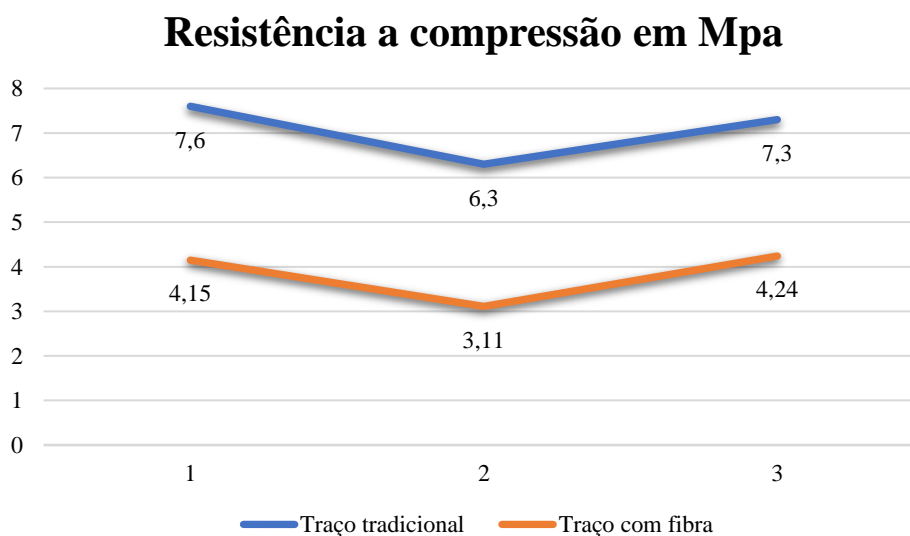
$$(3) Cv1 = \frac{0,296}{3,84} * 100 = 7,71\%$$

A classificação a partir dos dados estatísticos, estipula que os dados com valor:

1. Menor ou igual a 15,00% → baixa dispersão: dados homogêneos.
2. Entre 15,00 e 30,00% → média dispersão.
3. Maior que 30,00% → alta dispersão: dados heterogêneos.

A partir dos dados colhidos acima, conclui-se que o material possui dados homogêneos, devido sua taxa ser aproximada e 7,71%.

Tabela 3 - Ensaio de compressão com 7 dias de cura.



Fonte: Autor.

O cálculo seguinte representa os mesmos fatores descritos acima, porém, os moldes foram testados com 14 dias de cura húmida. A Tabela 4 demonstra os resultados realizados no dia 06/11/2020.

Tabela 4 - Resultados Primeiro Ensaio de Compressão Axial.

Traço Simples			Traço com fibra		
C.P.	Resultado	Unid.	C.P.	Resultado	Unid.
1	7,9	Mpa	1	4,29	Mpa
2	8,5	Mpa	2	6,1	Mpa
3	7,1	Mpa	3	5,4	Mpa

Fonte: Autor.

Segue o cálculo que apresenta a média entre as resistências (1) do corpo de prova com fibra adicionada em 14 dias de cura, o desvio padrão (2) e a taxa de variância (3):

$$(1) \quad X1 = \frac{4,29 + 6,1 + 5,4}{3} = 5,26 \text{ Mpa}$$

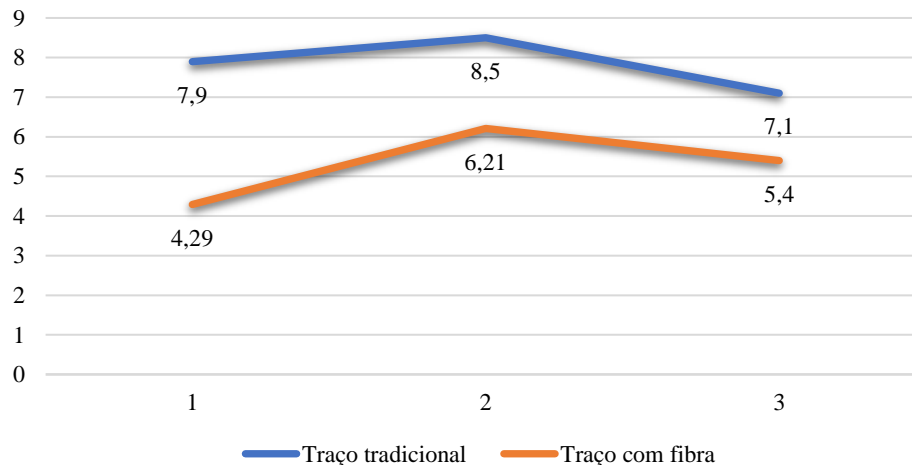
$$(2) \quad v1 = \frac{\sqrt{(4,29 - 5,26)^2 + (6,1 - 5,26)^2 + (5,4 - 5,26)^2}}{3} = 0,43$$

$$(3) \quad Cv1 = \frac{0,43}{5,26} * 100 = 8,17\%$$

A partir dos dados colhidos acima, conclui-se que o material possui dados homogêneos, devido sua taxa ser aproximada e 8,17%.

Tabela 5 - Ensaio de compressão com 14 dias de cura.

Resistência a compressão em Mpa



Fonte: Autor.

Os últimos cálculos a seguir representam o rompimento dos ensaios realizados com 21 dias de cura saturada, no dia 13/11/2020, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados Primeiro Ensaio de Compressão Axial.

Traço Simples			Traço com fibra		
C.P.	Resultado	Unid.	C.P.	Resultado	Unid.
1	7,9	Mpa	1	2,3	Mpa
2	8,03	Mpa	2	2,7	Mpa
3	9,4	Mpa	3	3,9	Mpa

Fonte: Autor.

Segue o cálculo que apresenta a média entre as resistências (1) do corpo de prova com fibra adicionada em 21 dias de cura, o desvio padrão (2) e a taxa de variância (3):

$$(1) X1 = \frac{3,9 + 2,2 + 2,7}{3} = 2,94 \text{ Mpa}$$

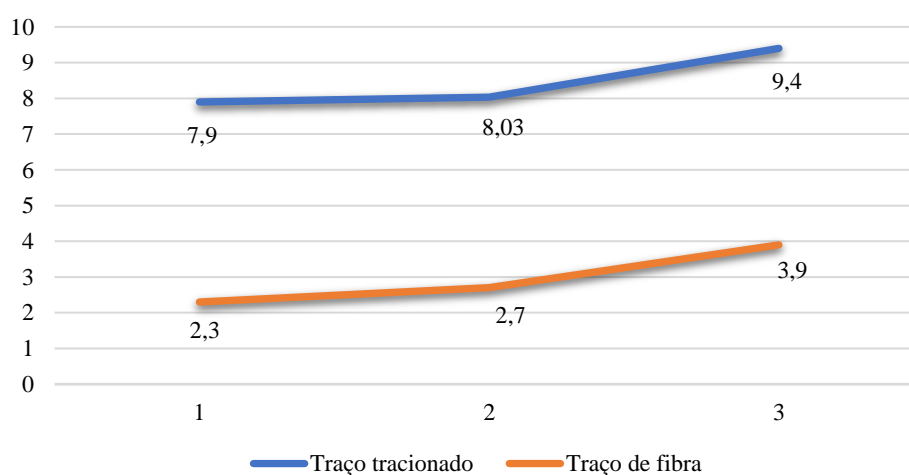
$$(2) v1 = \frac{\sqrt{(3,9 - 2,94)^2 + (2,2 - 2,94)^2 + (2,7 - 2,94)^2}}{3} = 0,41$$

$$(3) Cv1 = \frac{0,41}{2,94} * 100 = 13,95\%$$

Os últimos resultados colhidos apresentam uma dispersão um pouco maior que os demais dias de rompimento, porém, de acordo com norma ainda se enquadra dentro dos parâmetros de baixa dispersão. O gráfico a seguir representa a comparação entre a resistência dos moldes.

Tabela 7 - Ensaio de compressão com 21 dias de cura.

Resistência a compressão em Mpa



Fonte: Autor.

Conclusões

O sisal é um dos principais cultivos na região Nordeste do Brasil, onde as condições de clima são pouco favoráveis e se predomina o trabalho familiar, é fonte de renda de grande parte dos trabalhadores da região semiárida nordestina. As lavouras possuem baixo nível tecnológico e de capitalização, porém devido ao percentual de renda desenvolvida a partir das atividades desenvolvidas no processo de lavoura é essencial para desenvolvimento da região.

As fibras se destacam como opção ecológica, podem substituir fibras de vidro, compor

diversos materiais e serem empregadas em artesanatos manuais. Devido ao seu potencial, a fibra está sendo testada em setores da construção civil, Universidades Federais e entidades privadas, com foco na capacitação e desenvolvimento ne pequenos negócios estão desenvolvendo estudos para substituir o amianto em compostos de cimento pela fibra de sisal, os estudos já apresentaram eficácia da fibras em ampliar a resistência de blocos de concreto. Esse material é uma alternativa de baixo custo, pode agregar valor aos materiais e seu desenvolvimento pode gerar novas perspectivas ao comércio de sisal, ampliando o aumento de renda de quem a produz, além de ser biodegradável e natural, característica que minimiza impactos ambientais.

Os materiais sustentáveis são uma alternativa para reduzir os impactos dos resíduos sólidos no setor da construção civil. Fibras vegetais apresentam características inovadoras, sustentáveis e agregam resistência, nesse contexto o material se destacou para uso e avanço desta pesquisa.

A partir das análises e do resultado desta experiência, conclui-se que as fibras de sisal absorvem uma quantidade expressiva de água durante o processo de cura do concreto. As fibras naturais, ao serem adicionadas, acabam aumentando os poros do corpo de prova, ou seja, espaços vazios, essa característica amplia a permeabilidade, mas também, amplia processos de corrosão, dependendo dos agregados do composto. Por conta da proporção de poros existentes, o corpo de prova apresenta baixa densidade, esse aspecto leva a perda de usabilidade do material, reduzindo a resistência e compressão axial do concreto.

O módulo de elasticidade diminuiu, devido a adição de fibras como agregado. Essa propriedade está diretamente relacionada à resistência e à compressão axial do concreto. Porém, o curso das faixas da fibra, amplia a resistência à tração na compressão radial, a comparação de corpos de prova com traços sem agregados de fibra, manifesta significativamente a redução desta resistência.

As expectativas em relação ao uso de um agregado sustentável, atenuavam ao peso específico do material, com propensão a um baixo peso específico. Os resultados não atingiram essa expectativa, além disso a absorção de água da fibra pode gerar futuras manifestações patológicas no material. Um futuro desenvolvimento desse contexto, seria tratar as fibras de sisal, com compostos que selassem a fibra, realizando uma impermeabilização, assim a absorção de água seria mínima e não afetaria a composição do material, aditivos também poderiam ser utilizados.

A sustentabilidade está em grande desenvolvimento, o uso de fibras naturais para minimizar os resíduos na área da construção civil, deve ganhar novos olhares, e oportunizar investimentos para ampliação dessa perspectiva, pois, o grande desenvolvimento urbano está deixando rastros irreversíveis ao meio ambiente.

Agradecimentos. Aos nossos pais que sempre foram solícitos e prezaram pela nossa educação. Aos nossos amigos que sempre foram atenciosos e gentis. A professora Cândida Maria Costa Baptista, pela paciência e orientação. Nossa eterna gratidão! Muito Obrigado!

Referências Bibliográficas

ALIBABA. **Fibra de sisal natural de grau UG e SSUG para venda quente**, 2018. Alibaba. Disponível em: <https://www.alibaba.com/product-detail/Natural-Sisal-Fibre-of-UG-grade_1700001718068.html>. Acesso em: 14 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5738. **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**, fev. 2015. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%205738%20-%202015_aula.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento, 2004. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

BLOG DO GESSEIRO. **Saiba como é produzido o sisal e conheça suas aplicações**, 2015. Blog do Gesso. Disponível em: <<https://blogdogesso.com/saiba-como-e-produzido-o-sisal-e-conheca-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRITANNICA ESCOLA. **Sisal**, 2017. Britannica Escola. Disponível em: <<https://escola.britannica.com.br/artigo/sisal/626546>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

FAZFÁCIL. **Traços do Concreto**: misturas e cuidados gerais para um bom resultado, 2012. Faz Fácil Reforma & Construção. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tracos-concreto-mistura/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LEROY MERLIN. **Areia Fina Lavada Jupe 20kg**, 2019. Leroy Merlin. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/areia-fina-lavada-jupe-20kg_89421255>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LEROY MERLIN. **Cimento CP II E 32 50kg CSN**, 2019. Leroy Merlin. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/cimento-cp-ii-e-32-50kg-csn_89728086>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LEROY MERLIN. **Pedrisco Nº 0 a granel 1 m³ comercial**, 2019. Leroy Merlin. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/pedrisco-no0-a-granel-1m3-comercial_88354301>. Acesso em: 14 nov. 2020.

MARINUCCI, Gerson. **Ciências dos Materiais**: Materiais Compósitos. 2014. 60 slides. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4354018/mod_resource/content/1/PMT%203200%20-%20Semana%204%20-%20Comp%20C3%B3sitos.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

MARTIN, Adriana R.; MARTINS, Maria A.; MATTOSO, Luiz H. C.; SILVA, Odilon R. R. **F. Caracterização Química e Estrutural de Fibra de Sisal da Variedade Agave sisalana**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, vol. 19, nº 1, p. 40-46, 2009. Disponível em: <<https://www.revistapolimeros.org.br/article/10.1590/S0104-14282009000100011/pdf/polimeros-19-1-40.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

NEIRA, Dorivalda Santos Medeiros. **Fibras de Sisal (Agave sisalana) como Isolante Térmico de Tubulações**. 2005, p. 80. Dissertação de Mestrado – Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15545/1/DorivaldaSMN.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. 2ª Ed. Porto Alegre - RS, Bookman, 2013. p. 448.

PEREIRA, Thatiana V. C.; FIDELIS, Maria E. A.; GOMES, Otávio da F. M.; SILVA, Flávio de A.; FILHO, Romildo D. T. **Investigação da Influência Morfológica Via Análise de Imagens na Resistência à Tração de Fibras Naturais**. Congresso ABM, Rio de Janeiro, vol. 67, p. 4172-4184, 2012. Disponível em: <<https://www.cetem.gov.br/images/congressos/2012/CAC00100012.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.