

FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALEXANDRE HENRIQUE DE SIQUEIRA
MATHEUS CORDEIRO E SILVA

**ESTUDO DA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR
COMPRESSÃO DIAMETRAL DO CONCRETO COM INSERÇÃO DE FIBRAS DE
AÇO EXTRAÍDAS DE PNEUS INSERVÍVEIS**

**ALEXANDRE HENRIQUE DE SIQUEIRA
MATHEUS CORDEIRO E SILVA**

**ESTUDO DA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR
COMPRESSÃO DIAMETRAL DO CONCRETO COM INSERÇÃO DE FIBRAS DE
AÇO EXTRAÍDAS DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Jaraguá, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a):
Prof.^a M.^a Jéssica Nayara Dias

**ALEXANDRE HENRIQUE DE SIQUEIRA
MATHEUS CORDEIRO E SILVA**

**ESTUDO DA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR
COMPRESSÃO DIAMETRAL DO CONCRETO COM INSERÇÃO DE FIBRAS DE
AÇO EXTRAÍDAS DE PNEUS INSERVÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em _____ de _____ de
201_, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Prof.^a M.^a Jéssica Nayara Dias

- Orientadora -

Prof. Esp. Aurélio Caetano Feliciano

- Membro Interno -

Prof.^a M.^a Luana de Lima Lopes

- Membro Externo -

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Concreto.....	6
2.2 Fibras de aço recicladas	6
2.3 Concreto Reforçado com fibras de aço	7
3 PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	7
3.1 Materiais.....	7
3.2 Amostras e corpos de prova	8
3.3 Moldagem e cura.....	8
3.4 Ensaios de resistências à compressão diametral do concreto	10
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	11
4.1 Resultados do <i>Slump test</i> para os traços	11
4.1 Ensaios de resistência à tração por compressão diametral	12
4.2 Aumento da resistência à tração devido as adições de fibra de aço	13
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
REFERÊNCIAS	14

ESTUDO DA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL DO CONCRETO COM INSERÇÃO DE FIBRAS DE AÇO EXTRAÍDAS DE PNEUS INSERVÍVEIS

Alexandre Henrique de Siqueira¹
Matheus Cordeiro e Silva²
Jéssica Nayara Dias³

RESUMO

O presente artigo caracteriza a utilização de fibras de aço de pneus inservíveis no concreto. O concreto na construção é um dos materiais que tem por finalidade garantir resistência à estrutura. A utilização de fibras de aço vem crescendo em grande escala para melhoria do concreto e é padronizado pela NBR 15530 (ABNT, 2007). A utilização de fibras de aço de pneus inservíveis parte da necessidade pela busca de materiais ecologicamente corretos bem como o aumento de resistência do concreto. O objetivo do trabalho é mostrar que a fibra de aço de pneus inservíveis pode aumentar a resistência a tração por compressão diametral do concreto, comparando os resultados do concreto com aplicação de fibra ao concreto convencional. Para tanto foi adotado o traço 1: 3,02: 3,04: 0,6 com resistência esperada de 30 MPa e três diferentes aplicações de fibra de aço nesta mistura (0 gramas, 275 gramas e 440 gramas). Os resultados apresentados foram obtidos através de ensaios laboratoriais, seguindo as especificações das principais normas brasileiras regulamentadoras de concreto e ensaios. Após a análise desses dados percebeu-se que as propriedades de compressão diametral do concreto foram elevadas com a adição da fibra de aço de pneus inservíveis, equivalendo a estudos com a fibra de aço convencional.

Palavra-chave: Concreto; fibras de aço; construção civil; reutilização; pneus; meio ambiente;

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: alexandreh02@gmail.com

² Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: matheuscads873@gmail.com

³ Professora, Mestre em integridade de materiais da Engenharia, orientadora do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: jessicadias.engenharia@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Por meio do impacto ambiental que o mundo presencia, buscam-se materiais que sejam feitos a partir de reciclagem ou o reaproveitamento dos que não tem mais utilidade. No meio da construção civil muito se fala do impacto que grandes construções podem gerar. A partir daí a necessidade de buscar o aproveitamento de materiais que podem agregar na construção, gerando viabilidade ambiental.

Em todas as construções o uso do concreto é expressivo e este necessita de grande resistência para suportar as suas solicitações. O uso do concreto é empregado em vigas e pilares que sustentam lajes, pesos estáticos e não estáticos. Para dimensionar estruturas como vigas é necessário levar em consideração a resistência que o concreto terá. Este representa a força à compressão do concreto, que depende diretamente do traço do concreto (BAUER, 2000).

São feitos ensaio de compressão que mostram se a resistência a compressão de determinado corpo de prova consegue alcançar a força desejada. O ensaio a compressão diametral ainda mostra a resistência que o concreto tem quando submetido à força de tração, que é onde o concreto possui menos eficiência.

O concreto é composto por 3 tipos de material base em sua matriz cimentícia: água, aglomerante e agregado. O aglomerante é o cimento que permite a ligação dos outros componentes e garante resistência a pasta e os agregados são os materiais que diminuem os índices de vazios e tem também possuem sua influência na resistência (CALLISTER,1991). Existem ainda, materiais que tem como função aumentar ainda mais a resistência do concreto. Esses, na maioria das vezes são de origem industrial um exemplo, são as fibras de aço, que aumentam consideravelmente sua resistência à tração. Estas estão sendo usadas em grande escala nas construções brasileiras, a partir dessa demanda foi criada uma própria regulamentação para as fibras de aço utilizadas no concreto, a NBR 15530 (ABNT, 2007).

Essas fibras que são fabricadas podem ser substituídas por materiais que possuem mesma característica mecânica e que já foram utilizadas para outro fim. Estudos realizados por Gomes, et al. (2017), apontam que a utilização dos filamentos de aço encontrados nos pneus inservíveis de carros domésticos pode ser aplicada no concreto. Esses filamentos são divididos em vários pedaços criando a própria fibra de aço e incorporadas na mistura do concreto. Altun, Haktanir e Ari (2006), mostram em sua pesquisa, que a influência de fibras de aço no concreto pode aumentar efetivamente sua resistência à compressão. Estas ainda conseguem proporcionar ao concreto maior tenacidade, ductibilidade e a sua capacidade de absorção de energia.

O uso do concreto com fibra de aço de pneus inservíveis pode trazer viabilidade técnica quando comparado com o aumento da resistência do concreto, a viabilidade financeira, e a redução dos gastos com agregados que aumentam a resistência do concreto e ainda contribuindo de forma positiva para utilização de materiais que seriam descartados para decomposição (FAZZAN, et al. 2010).

A resistência à compressão diametral do concreto é menor do que quando comparada a resistência à compressão axial. A resistência à tração do concreto poucas vezes é medida, diante isso o aparecimento de patologias que o concreto possa vir a apresentar (CALLISTER,1991). O presente trabalho tem por objetivo a análise da resistência à compressão diametral de corpos de prova de concreto com aplicação de fibras de aço oriundos de pneus inservíveis, comparando-as com os corpos de prova de concreto tradicional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concreto

O concreto é um material utilizado em grande escala na construção civil, sua maior funcionalidade é agregar resistência à estrutura. Este é composto por água, cimento e agregados, e pode ser preparado manualmente ou com auxílio de máquinas. O concreto é feito a partir de uma dosagem que é determinada através do seu traço (BAUER, 2000). O traço de um concreto é definido para dosar a quantidade de cada material que está presente na mistura e garante a resistência necessária do concreto.

Este traço é feito em função da quantidade de cimento, pois o cimento juntamente com a água define a resistência do concreto. Essa relação água cimento é a fase que garante a diminuição do índice de vazios bem como a fluidez da pasta trazendo propriedades para a consistência do concreto fresco (FIGUEIREDO, 2011).

As propriedades do concreto quando ainda fresco se diferem de quando o mesmo está endurecido. Quando o concreto está na fase fresca, ele possui grande plasticidade, que é a capacidade de ser moldado, e não possui qualquer resistência mecânica. Diante disto a trabalhabilidade e consistência são as características levadas em consideração quando o concreto está neste estado fresco. Para o estado endurecido que é a fase de maior resistência, é avaliada as propriedades finais que são influenciadas pelo tempo de cura (LAFARGEHOLCIM, 2018).

Os agregados utilizados no concreto são agregados graúdos (britas) e agregados miúdos (areia) estes também possuem valor importante para a resistência do concreto. As principais características que atribuem ao concreto são as diferentes granulometrias que diminui o índice de vazios, e melhoram a trabalhabilidade (BAUER, 2000).

Além dos agregados convencionais é utilizado ainda os que podem trazer alguma característica específica, como resistências a alta temperatura, menor peso final, e aumenta da resistência mecânica, estes são escória de alto forno, fíler, argila expandida entre outros. A composição do concreto é ligada então a necessidade da obra e a relação do traço que deve levar em consideração as atribuições desejadas (CALLISTER, 1991).

2.2 Fibras de aço recicladas

O material aço é composto por ferro e carbono, e possui grande dureza. Sua maior resistência é resultado do carbono, mas que pode tornar o material frágil. Esta fragilidade é quando o material se rompe sem aviso prévio, ocorrendo uma maior solicitação somente na parte do material que não é mais dúctil (SILVA; MEI, 1969).

Apesar de poder sofrer essa fragilidade, o aço possui na maioria das vezes ductibilidade, que é a capacidade de sofrer deformações mostrando o momento antes de sua ruptura. Esta característica é uma vantagem dos aços para serem empregados em locais que demandam de grande resistência mecânica (MECÂNICA., 2011).

As fibras do material aço possuem as características principais do aço, principalmente no quesito resistência. São fios que possuem diferentes formas que a norma NBR 15530 (ABNT, 2007) determina e podem ser aplicados no concreto com a função do aumento de uma das propriedades mecânicas.

As fibras de aço utilizadas para reforçar o concreto são feitas a partir de filamentos de aço novos. A utilização de aços de pneus inservíveis pode ser aplicada sem atrapalhar o resultado final da sua resistência.

2.3 Concreto Reforçado com fibras de aço

O concreto está submetido a grandes solicitações de esforços, e sua propriedade principal é a resistência mecânica atribuída. Estas propriedades podem ser consequências da atribuição de matérias que possuem elevado parâmetro de resistência.

Na atualidade, a utilização de fibras para aumentar a resistência do concreto está sendo usado em grande escala. Estudos recentes mostram que após o acréscimo das fibras de aço a resistência é aumentada consideravelmente (CASTRO, 2017; ALTUN, HAKTANIR E ARI, 2006; SHIMOSAKA, 2017).

Qualquer tipo de fibra atribuído ao concreto possui as vantagens de diminuir o índice de vazios e aumentar a coesão e tenacidade do material. Figueiredo (2011) mostrou que a adição de fibras de aço no concreto trouxe maior tenacidade quando comparado ao concreto simples.

Para Altun, Haktanir e Ari (2006) o concreto, que é um material quebradiço, após a inclusão de fibras de aço sua tenacidade, capacidade de absorção de energia, foi elevada notadamente, entre outras contribuições como um comportamento mais flexível antes da falha final, reduziu rachaduras e obteve maior durabilidade.

A utilização de fibras vem sendo usada com grande expressão no Brasil, em decorrência disto foi elaborada uma NBR que normatiza as fibras de aço a serem usadas no concreto. A NBR 15530 (ABNT, 2007) especifica os diferentes tipos de fibras de aço que podem ser empregados para melhor aproveitamento do concreto.

Esta regulamentação mostra os parâmetros para fibras que foram criadas para o uso específico no concreto. Para trazer ainda melhores viabilidades, econômicas e ambientais o uso de fibras de aço reciclável pode agregar ainda mais e mostrar os mesmos parâmetros esperado de uma fibra convencional.

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

De acordo com os objetivos propostos neste trabalho, foi desenvolvido um programa experimental com fundamentação teórica e conceitual baseada em trabalhos de referência sobre concretos com adição de fibras, considerando a utilização da fibra de aço de pneus inservíveis, analisando a influência das diferentes quantidades de fibra nas propriedades mecânicas do concreto. Os materiais e métodos adotados nesta pesquisa estão descritos nos itens abaixo.

3.1 Materiais

O cimento utilizado foi o CP II-Z-32, sendo este um cimento de maior utilização no mercado consumidor devido sua aplicabilidade em diversos tipos de construções. Dentre materiais usados para a produção deste concreto, tem-se: agregado graúdo, agregado miúdo, cimento, água e fibra de aço. O agregado graúdo utilizado é de origem basáltica, denominado brita 0, o agregado miúdo utilizado é a areia natural (média grossa) existente nos depósitos do Centro Tecnológico do Centro Universitário e a água é proveniente da rede de abastecimento SANEAGO da cidade de Anápolis- GO.

O programa experimental iniciou com a coleta de pneus em oficinas da cidade de Jaraguá-GO e posteriormente sendo realizado o corte dos pneus em pequenos pedaços, utilizando uma lixadeira de corte para que seja feita a retirada de toda a malha de aço do talão, conforme mostra a Figura 1 (a), em sequência foi realizada à extração dos fios de aço com um alicate, cortando-as em medidas que variam entre 2 à 5 cm, foi definido esse tamanho para que fiquem homogênea quando misturada ao concreto.

Figura 1. (a) Corte do pneu; (b) retirada das fibras.



3.2 Amostras e corpos de prova

Para este estudo, foram moldados 21 corpos de prova cilíndricos de concreto divididos em três grupos, com diferentes aplicações de fibra de aço. Foi utilizado moldes com dimensões de 10 x 20 cm (diâmetro x altura), utilizando as recomendações do método de dosagem.

O traço utilizado em massa para este estudo foi de 1: 3,02: 3,04 com teor de a/c de 0,61, sendo projetado para uma resistência máxima de 30 MPa. A adição de fibras aconteceu em três teores, sendo respectivamente 0g, 250g e 40g. A Tabela 1 apresenta a quantidade de fibra de aço aplicada em cada grupo de corpos de prova, sendo produzidos individualmente juntamente com as respectivas incorporações de fibra no traço da mistura.

Tabela 1. Esquemática das adições de fibra de aço.

Traço	Fibra
Grupo 01	0 g
Grupo 02	275 g
Grupo 03	440 g

3.3 Moldagem e cura

O processo de moldagem dos corpos de prova foi realizado no dia 27 de setembro de 2019, no Laboratório de construção civil do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, instituição localizada na cidade de Anápolis-GO, levando em consideração as diferentes quantidades de fibra de aço adicionadas ao traço na preparação e moldagem dos corpos de prova.

Após a separação dos materiais necessários, realizou-se a pesagem para a produção do concreto e preparação dos moldes com desmoldante à base de óleo vegetal, iniciando com a mistura dos materiais em uma betoneira de eixo vertical, adicionando brita 0 e metade da água, deixando misturar por 1 minuto. O cimento foi adicionado para formar uma pasta homogênea envolvendo o agregado, a areia e o restante da água foram adicionados posteriormente, deixando um tempo de mistura de 3 minutos, quando o concreto estava bem fluido foram incorporadas na mistura as fibras de aço nas proporções já comentadas para cada traço.

Figura 2. (a) Betoneira usada para mistura dos materiais; (b) concreto produzido com fibras de aço.



Com o concreto ainda em estado fresco, este foi submetido à realização do ensaio *Slump test*, seguindo as especificações da NBR 5738 (ABNT, 2015), esta norma visa à determinação da consistência do concreto, atendendo o regulamento da NBR NM-67 (ABNT, 1998).

Neste ensaio, coloca-se a massa de concreto em um molde de chapa metálico, com forma de tronco com cone de 20 cm de diâmetro na base, 10 cm no topo e 30 cm de altura, apoiado numa superfície rígida. O concreto fresco é moldado em três camadas iguais, adensadas, cada uma com um número de 25 golpes e em seguida o molde é retirado verticalmente, deixando o concreto sem suporte lateral e medida a diferença entre as alturas do molde e do concreto adensado, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. (a) Abatimento traço 0g; (b) Abatimento traço 275g; (c) Abatimento traço 440g.



Os corpos de prova foram moldados seguindo as especificações da NBR 5738 (ABNT, 2015) e colocados em ambiente de laboratório, a Figura 4 apresenta os corpos de prova moldados e nomeados relacionando-os com a quantidade de aplicação de fibra.

Ao passar de 24 horas da moldagem, os corpos de prova foram desmoldados e encaminhados para a câmara úmida do Centro Tecnológico da UniEvangélica, a qual ficaram em processo de cura submersa em caixa d'água com solução de água e cal hidratada durante 28 dias em temperatura de 22,5°C, ilustrados na Figura 5. Após esse período os corpos de prova foram retirados da caixa d'água e transportados para a Faculdade Evangélica de Ceres, para serem ensaiados à compressão diametral no Laboratório de materiais e solo.

Figura 4. Corpos de Prova Moldados.



Figura 5. Corpos de prova em cura submersa em solução de água e cal hidratada.



3.4 Ensaio de resistências à compressão diametral do concreto

No dia 25 de outubro de 2019, realizou-se o ensaio de resistência à compressão diametral dos corpos de prova no laboratório de materiais e solos da UniEvangélica Campus Ceres, utilizando a prensa de concreto manual digital-100 T (I-3001-C) da marca CONTENCO, a qual apresenta seus resultados de compressão em Tonelada força, ilustrada na Figura 6.

O ensaio foi realizado conforme o método especificado na NBR 7222 (ABNT, 2011), e consiste na aplicação de tensão de compressão na geratriz do cilindro, que é apoiado em duas em contato com os pratos da prensa. Os valores das resistências obtidas pelo painel digital da prensa são apresentados com unidade de medida em Tonelada Força (tf), sendo realizada a conversão da unidade medida para Mega Pascal (MPa), conforme as especificações da norma.

Figura 6. Prensa Manual digital.



Figura 13. Corpo de prova rompido com o uso de prensa manual.



4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item são apresentadas as análises e discussões dos resultados obtidos durante a execução do ensaio proposto neste programa experimental, visando a avaliação dos objetivos propostos e sendo destacado o comportamento da influência das adições de fibra de aço na determinação da resistência à tração no ensaio de compressão diametral.

4.1 Resultados do *Slump test* para os traços

Os resultados encontrados na realização do ensaio de abatimento, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de abatimento do concreto.

Traço	Abatimento (mm)
0 g	122
275 g	25
440 g	3

Os valores dos abatimentos de cada traço com as diferentes adições de fibra de aço apresentados são valores aceitáveis, considerando que o abatimento fixado para esta mistura é de 90 cm, com tolerância de ± 12 cm.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2 é possível observar que, com a aplicação de fibras de aço, houve uma drástica redução da trabalhabilidade concreto, observação esta que foi visualizada através do ensaio do *slump test*. O resultado condiz com os estudos realizados por Castro (2017), pois as fibras demandam de mais água na pasta cimentícia para atingir uma mesma trabalhabilidade do concreto convencional.

4.1 Ensaio de resistência à tração por compressão diametral

Após a idade de 28 dias, cada corpo de prova foi rompido para determinação da resistência à tração pelo ensaio de compressão diametral, sendo estes valores obtidos através da relação entre a carga aplicada e a seção dos corpos de prova. A NBR 7222 (ABNT, 2011) estabelece os procedimentos de ensaio para determinação dessa resistência de corpos de prova cilíndricos, sendo a carga máxima o parâmetro para o controle de qualidade do concreto.

A Tabela 3 apresenta os valores de resistência obtido dos corpos de prova, em MPa, baseados em cada grupo, sendo apresentada a média aritmética da resistência, relacionada com aplicação das fibras de aço na produção dos traços. A Figura 14 ilustra a estrutura interna dos corpos de prova após a ruptura no processo de ensaio de compressão diametral.

Tabela 3. Valores de resistência à compressão diametral dos corpos de prova. (Mpa).

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	MÉDIA
0 gramas	1.32	1.36	1.41	1.34	1.46	1.30	1.37	1.37
275 gramas	1.82	2.07	2.10	1.54	1.50	1.72	1.65	1.77
440 gramas	1.95	1.96	2.06	2.49	2.32	1.70	1.54	2.00

Segundo a Tabela 3, o primeiro grupo sem adição de fibra de aço teve uma média de resistência de 1.37 MPa, o segundo grupo com adição de 275 gramas de fibra obteve uma resistência média de 1.77 MPa, e por fim o grupo com adição de 440 gramas de fibra teve uma resistência média de 2.00 MPa, o grupo que teve maior adição de fibras teve uma maior oscilação de resistência quando comparado cada corpo de prova, isso devido alguns corpos de prova ficarem com um maior índice de vazios no momento de sua fabricação, pois com maior volume de fibra de aço o concreto não obteve um adensamento totalmente satisfatório.

Figura 14. (a) com 0g de fibra; (b) com 275g de fibra; (c) com 440g de fibra.
(a) (b) (c)



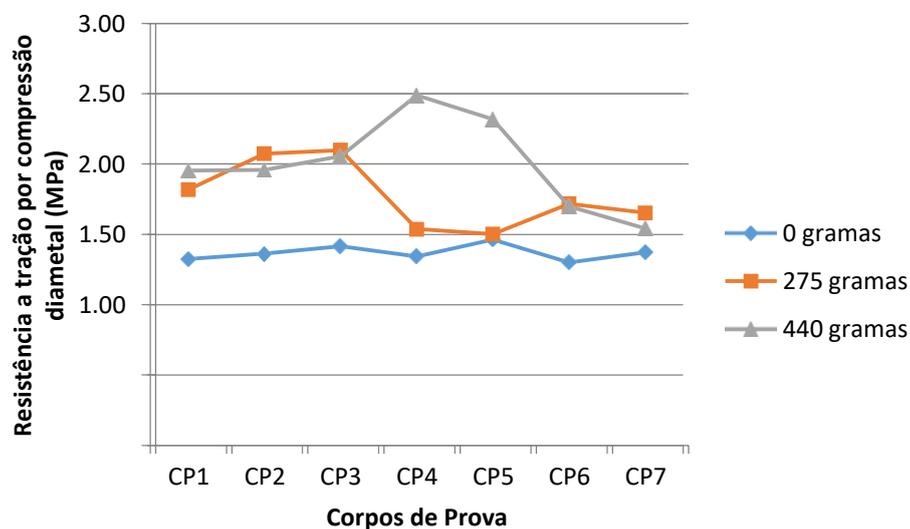
Através da análise da Figura 14, é possível observar a ruptura permanece longitudinalmente nos corpos de prova que não possuíam aplicação de fibras de aço, Figura 14 (a), sendo uma característica deste tipo de ensaio. Entretanto os corpos de prova que possuíam fibras de aço na produção do seu traço apresentaram um comportamento mais irregular em sua ruptura, devido à resistência presente nas fibras e a disposição das mesmas dentro do concreto.

4.2 Aumento da resistência à tração devido as adições de fibra de aço

O Gráfico 1 apresenta a variação da resistência dos corpos de prova nas diferentes quantidades de incorporação das fibras na matriz cimentícia dos corpos de prova, em primeiro momento nota-se um ganho na resistência à tração do concreto quando analisado a aplicação de 275 gramas de fibra de aço, levando a um aumento de resistência de cerca de 23% em relação ao concreto convencional com 0 gramas de fibra.

Quando analisado os corpos de prova produzidos com o traço de 440 gramas de fibra de aço, observa-se um alto ganho de resistência em relação aos outros dois traços, chegando a 31% quando comparado ao traço convencional sem adição de fibra, e 11% maior em relação aos corpos de prova moldados com o traço de 275 gramas de fibra.

Gráfico1. Comparação entre os teores de aplicação de fibra de aço no concreto após ensaio de tração por compressão diametral.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os resultados da investigação experimental realizada em concreto com a adição de fibras de aço obtidas nesta pesquisa, avaliou-se a resistência e o comportamento das fibras em diferentes quantidades. Neste item serão apresentadas as conclusões e sugestões para trabalho futuros que envolvam este material nos concretos. As conclusões apresentadas a seguir têm base nos resultados obtidos do programa experimental.

Foi possível avaliar que a relação da aplicação das fibras pode ser observada nitidamente nos resultados de suas resistências, nos traços 275 gramas e 440 gramas de fibra de aço, respondendo de uma maneira significativamente melhor quando comparados com o traço convencional, tornando assim a aplicação desse tipo de fibra viável quando o concreto solicitado a tração e de grande viabilidade ambiental, pois com o uso e aplicação de fibras de aço de pneus inservíveis no concreto, o volume de material descartado de forma incorreta no meio ambiente reduziria.

Embora a visão da utilização de fibras de aço de pneus inservíveis ainda não serem muito difundidas na sociedade, estudos como este proporciona uma melhor visibilidade para as aplicações de materiais alternativos no concreto.

Para trabalhos futuros sugerem-se mais análise referentes a aplicação das fibras, para avaliar os diferentes comportamentos, podendo surgir alterações nos critérios de comprimento da fibra, o traço empregado na mistura, a relação água/cimento e o tipo de cura, lembrando que sempre se faz necessário o uso de normativas e ensaios em laboratórios para comprovação dos resultados.

REFERÊNCIAS

ALTUN, F. HAKTANIR, T. ARI, K. Effects Of Steel Fiber Addition On Mechanical Properties Of Concret And Rc Beams. **Elsivier**,2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaios de compressão de corpos cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR NM 67**. Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco do cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 12655**. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 15530**. Fibras de aço para concreto – Especificações. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7222**: Concreto e Argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

BAUER, L. A. F. **Materiais De Construção**. São Paulo: Livros técnicos científicos, 2000.

CALLISTER JUNIOR, W. D. **Materials Science And Engineering: Na Introduction**. New York: Jhon Willey, 1991.

CASTRO, D. **Análise da resistência do concreto com adição de fibras de polipropileno submetido a altas temperaturas**. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Laejado, Rio Grande do Sul, 2017.

FAZZAN, J. V.; SOUZA, R. C. A.; AKASAKI, J. L.; MELGAS, J. L. P.; BERNABEU, J. J. P.; ROSADO, M. V. B. **Uso de aditivos superplastificantes em concretos com adição de resíduo de borracha de pneu**. 52º Congresso Brasileiro do Concreto, Fortaleza, 2010.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com Fibras**. Concreto: Ensino, Pesquisa e realizações, Editado por Isaia, G. C. IBRACON, São Paulo, 2011.

RU, M.; ZEDONG, W.; XIAOWEI, W.; LONGBAND, Q.; HUI, L. **Experimental study on shear properties of alinged steel fiber reinforced cement-based composites**. Construction and building materials, 2018.

SHIMOSAKA, T. J. **Influência do teor de diferentes tipos de fibras de aço em concretos autoadensáveis**. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

SILVA, A.; MEI, P. **Aços e Ligas Especiais** São Paulo: Blucher, 1969.

