

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO PATROCÍNIO
UNICERP
Graduação em Engenharia Civil

**CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE AÇO: Avaliação do ganho
de desempenho à tração e à compressão**

Andressa Maria Gonçalves

PATROCÍNIO - MG
2018

ANDRESSA MARIA GONÇALVES

**CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE AÇO: Avaliação do ganho
de desempenho à tração e à compressão**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do grau
de Bacharelado em Engenharia Civil, pelo
Centro Universitário do Cerrado Patrocínio.

Orientador: Prof. Esp. Priscilla Assis
Mendonça.

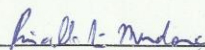
**PATROCÍNIO - MG
2018**

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 14 dias do mês de dezembro de 2018, às 20:30 horas, em sessão pública na sala 701-06 deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Priscilla Assis Mendonça e composta pelo coorientador Me. Marco Aurélio Tomaz e pelos examinadores:

1. Prof. Bruno Fernandes Assis
2. Prof. Me. Alexander Souza Grama,

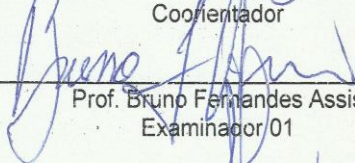
a aluna Andressa Maria Gonçalves apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Concreto reforçado com fibras de aço: avaliação de desempenho à tração e à compressão como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Engenharia Civil. Após reunião em sessão reservada, os professores decidiram da seguinte forma: O Avaliador 01 decidiu pela Aprovação e o Avaliador 02 decidiu pela Aprovação, sendo resultado final da Banca Examinadora, a decisão final pela Aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente à aluna e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pela aluna.



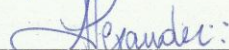
Prof.^a Priscilla Assis Mendonça
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Marco Aurélio Tomaz
Coorientador



Prof. Bruno Fernandes Assis
Examinador 01



Prof. Me. Alexander Souza Grama
Examinador 02



Andressa Maria Gonçalves
Aluna

DEDICO este estudo ao meu pai, José Maria Gonçalves, a minha mãe, Cleuza Abadia da Silveira Gonçalves, ao meu irmão, Anderson José Gonçalves, aos meus avós e a todos que de alguma forma contribuíram para este momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar esta oportunidade, guiando meu caminho e me acolhendo nos momentos de dificuldade e angústia me dando força e determinação.

Aos meus pais, José Maria Gonçalves e Cleuza Abadia da Silveira Gonçalves, meu irmão Anderson José Gonçalves e aos meus avós, Gercina Silva Silveira e Pedro Paulo da Silveira, por me apoiarem e me colocarem em suas orações, me dando incentivo nesta etapa tão importante de minha vida. Ao meu namorado Matheus Henrique dos Santos Freitas, por me alegrar com suas brincadeiras nos momentos de raiva e frustração, que foram muitos.

Aos meus amigos de turma, em especial a Alice e o Rafael, por me ajudarem e se tornarem pessoas especiais para mim, que sempre terei uma grande admiração e respeito.

A minha orientadora Priscilla Assis Mendonça, primeiramente por aceitar me auxiliar neste estudo e por dedicar seu tempo para que ele pudesse ser realizado.

Aos meus professores, que durante todo este tempo, se disponibilizaram a dividir seus conhecimentos e aprendizados desta profissão tão difundida no mercado, que é a engenharia.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que hoje pudesse chegar à onde entrou.

O meu muito obrigado.

RESUMO

Introdução: O concreto é uma mistura proporcional entre cimento, agregados, água e, em alguns casos, aditivos e adições. Apesar de ser um material de elevado consumo nas obras, o mesmo apresenta algumas deficiências como fissuração e baixa resistência a tração. Devido a estas deficiências, houve a necessidade de estudos na área e adição de novos componentes à ele, no qual resultou nos chamados concretos especiais ou reforçados. **Objetivo:** analisar o comportamento da adição de fibras de aço no concreto convencional para avaliar e estimular os possíveis ganhos de resistência a tração e a compressão. **Material e métodos:** O estudo foi desenvolvido com a adição de fibras de aço em um concreto convencional, que utilizou materiais encontrados na região de Patrocínio/MG. A partir da caracterização física destes materiais se determinou o traço pelo método ACI/ABCP e o tipo de fibra de aço a ser utilizada, no qual dependeu da dimensão máxima do agregado graúdo. Determinado o tipo de fibra se estabeleceu os teores utilizados, sendo 20, 40 e 80 kg/m³ de concreto, respectivamente. **Resultados:** O trabalho consistiu na realização de ensaios de caracterização física dos materiais empregados no concreto, na determinação do traço que foi 1: 1,84: 1,79 (cimento: areia: brita), com o fator água/cimento de 0,58 e 0,027 kg de plastificante e nos ensaios de resistência axial e diametral. **Conclusão:** Os resultados adquiridos apontam um ganho de resistência a tração do CRFA em relação ao concreto convencional, sendo este ganho de 55% com o teor de fibras de 80 kg/m³.

Palavras-chave: Fibras de aço; Concreto; Resistência a tração; Controle da fissuração.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema de concentração de tensões para um concreto sem reforço com fibras	18
Figura 2 -	Esquema de concentração de tensões para um concreto com reforço com fibras	18
Figura 3 -	Colocação da fibra	24
Figura 4 -	Gráfico de ganho de resistência em relação ao concreto convencional...	28
Figura 5 -	Ensaio diametral do concreto convencional.....	29
Figura 6 -	Ensaio diametral do CRFA.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Ensaio de caracterização dos agregados efetuadas no laboratório de materiais do UNICERP.....	21
Tabela 2 -	Características da fibra utilizada na pesquisa	22
Tabela 3 -	Caracterização dos agregados utilizados na pesquisa.....	24
Tabela 4 -	Massa específica e quantidade dos elementos do traço.....	25
Tabela 5 -	Teor de fibras.....	26
Tabela 6 -	Slump test (Concreto convencional)	26
Tabela 7 -	Slump test (Concreto com fibras)	26
Tabela 8 -	Média das resistências	27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	American Concrete Institute
ARI	Alta Resistência Inicial
B	Brilho da fibra de aço
CP	Cimento Portland
CRFA	Concreto Reforçado com Fibras de Aço
CRF	Concreto Reforçado com Fibras
fck	Resistência Característica do Concreto à Compressão
L	Solta da fibra de aço
MG	Minas Gerais
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira
3D	Terceira Dimensão
®	Marca Registrada

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
3.	OBJETIVO.....	13
3.1	Objetivo Geral.....	13
3.2	Objetivo Específico.....	13
4	JUSTIFICATIVA.....	13
5	DESENVOLVIMENTO.....	15
5.1	INTRODUÇÃO.....	16
5.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
5.2.1	Concreto.....	17
5.2.2	Concreto reforçado com fibras de aço.....	17
5.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.3.1	Caracterização dos agregados.....	20
5.3.2	Traço.....	21
5.3.3	Tipo de fibra.....	22
5.3.4	Dosagem da fibra.....	23
5.3.5	Preparo do traço e moldagem dos corpos-de-prova.....	23
5.3.5.1	Concreto convencional.....	23
5.3.5.2	Concreto com fibra.....	24
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.4.1	Caracterização física do agregados.....	24
5.4.2	Traço.....	25
5.4.3	Dosagem da fibra.....	25
5.4.4	Slump Test.....	26
5.4.5	Resistência do concreto convencional e concreto reforçado com fibras de aço	27
5.4.6	Ganho de resistência em relação ao concreto convencional.....	28
5.4.7	Fissuração.....	29
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30

5.6	AGRADECIMENTO.....	30
5.7	REFERÊNCIAS.....	31
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	APÊNDICES.....	36
	ANEXOS.....	50

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho desenvolveu-se o estudo da aplicação de fibras de aço em um concreto convencional, de forma a trazer melhoria a este composto, que comumente apresenta deficiências, tais como fragilidade e baixa resistência a tração. O concreto pode ser considerado um dos elementos mais utilizados na construção civil, pelo fato de ser um material que apresenta uma ótima trabalhabilidade em seu estado fresco facilitando a sua utilização.

De acordo com Pedroso (2009) cerca de 11 bilhões de toneladas de concreto são consumidos anualmente em todo o mundo, com uma média de 1,9 toneladas de concreto por habitante por ano. Este valor é inferior apenas ao consumo de água.

O concreto é uma mistura proporcional de cimento, agregados e água e pode ser classificado em concreto estrutural e não estrutural. O concreto estrutural é capaz de resistir aos esforços gerados na construção com uma resistência elevada, enquanto o concreto não estrutural ou concreto magro, tem baixa resistência sendo usado em locais onde não se requer grandes esforços, como por exemplo enchimentos.

Apesar de ser um material de elevado consumo pela sociedade, o mesmo apresenta falhas, como fissurações, retração plástica, permeabilidade em ambientes úmidos, baixa resistência a tração e ao impacto. Com isso, houve a necessidade de estudos para resolverem estes problemas, o que resultou, nos chamados concretos especiais ou reforçados que trouxeram um grande avanço ao concreto convencional (BRAZ e NASCIMENTO, 2015).

Segundo Figueiredo (2011), o concreto reforçado com qualquer tipo de elemento é considerado como material composto ou compósito, sendo o próprio concreto em si um material compósito, ou seja, ele é constituído pela união de vários materiais, como agregados, água, cimento entre outros elementos. Entretanto, é mais usual usar este termo em materiais que irão precisar de alguma contribuição, isto é, materiais constituídos de uma matriz frágil e algum tipo de reforço, como é o caso do concreto reforçado com fibras (CRF) ou até mesmo o concreto armado, que é mais usual na construção civil.

Um dos compósitos quem vem ganhando muitos estudos ao seu respeito é o concreto reforçado com fibras, pois suas propriedades ajudam a melhorar algumas deficiências encontradas no concreto convencional.

O concreto convencional tem baixa resistência à tração, girando em torno de 7% a 10% em relação a sua resistência à compressão (GOIAS, 2010). A adição de fibras ajuda a melhorar essa deficiência quanto à tração. Além disso, auxilia na redução do aparecimento de fissuras,

funcionando como uma barreira para a sua formação. A resistência ao impacto é outro fator que vem sendo bastante visto neste tipo de material.

Com isto, será abordado neste estudo o concreto reforçado com fibras de aço, que de acordo com Figueiredo (2000) são fibras de alto módulo de elasticidade, pois apresentam ter este modulo maior que a matriz de concreto, sendo utilizadas em reforços primários do concreto, ou seja, o uso de fibras no concreto armado não substitui a colocação de armaduras longitudinais e transversais no mesmo, sendo que a fibra auxilia em algumas propriedades do concreto, o qual será o objetivo principal deste trabalho. Ainda segundo ele, no Brasil já existem vários fabricantes de fibras de aço especialmente para uso em reforços estruturais e a produção já ultrapassa centenas de toneladas, crescendo muito o interesse econômico e técnico neste tipo de material.

2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Neste trabalho foi desenvolvida a comparação de algumas propriedades do concreto reforçado com fibras de aço e o concreto convencional, através do estudo experimental dos materiais encontrados na região de Patrocínio/MG, para a determinação dos benefícios da inserção de fibras de aço.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi a realização de um estudo experimental com fibras de aço inseridas no concreto convencional para avaliar os possíveis ganhos de resistência à tração e à compressão e estimular o seu uso no mercado local.

3.2 Objetivo específico

- Analisar os agregados encontrados na região do Alto Paranaíba para a determinação do tipo de fibra a ser utilizado.
- Observar o possível ganho no controle de fissuração.
- Avaliar as características do concreto com a inserção da fibra de aço no estado fresco, principalmente a questão da trabalhabilidade.

4. JUSTIFICATIVA

O CRF (Concreto reforçado com fibras) apesar de ter vários estudos a seu respeito é algo novo e revolucionário no mercado. A inserção das fibras promete trazer grandes benefícios à construção civil. Entretanto, não há normas específicas para seu dimensionamento, no Brasil, que auxiliem em sua utilização, dificultando o desenvolvimento deste novo material.

O concreto convencional é um material frágil, quebradiço e com baixa resistência à tração. Com a adição de fibras, o concreto se torna mais resistente e dúctil, reduzindo o aparecimento de fissuras, muito comuns no concreto convencional. Estas fissuras podem se formar devido a ação de cargas externas, mudanças de temperatura ou até mesmo a umidade do

ambiente. As fibras trazem certa ductilidade ao material e, além disso, se forem satisfatoriamente resistentes e bem aderidas a matriz, ajudarão a manter a abertura das fissuras pequenas e permitirão ao concreto resistir a tensões de tração bem elevadas no estágio de pós-fissuração, conhecido como Strain Softening (MINDESS, 1994). Vale ressaltar que o concreto com fibras não elimina 100% das fissuras, ele apenas auxilia na diminuição ou retenção das mesmas.

5. DESENVOLVIMENTO

CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE AÇO: Avaliação do ganho de desempenho à tração e à compressão

ANDRESSA MARIA GONÇALVES¹
PRISCILLA ASSIS MENDONÇA²
MARCO AURÉLIO TOMAZ³

RESUMO

Introdução: O concreto é uma mistura proporcional entre cimento, agregados, água e, em alguns casos, aditivos e adições. Apesar de ser um material de elevado consumo nas obras, o mesmo apresenta algumas deficiências como fissuração e baixa resistência a tração. Devido a estas deficiências, houve a necessidade de estudos na área e adição de novos componentes à ele, no qual resultou nos chamados concretos especiais ou reforçados. **Objetivo:** analisar o comportamento da adição de fibras de aço no concreto convencional para avaliar e estimular os possíveis ganhos de resistência a tração e a compressão. **Material e métodos:** O estudo foi desenvolvido com a adição de fibras de aço em um concreto convencional, que utilizou materiais encontrados na região de Patrocínio/MG. A partir da caracterização física destes materiais se determinou o traço pelo método ACI/ABCP e o tipo de fibra de aço a ser utilizada, no qual dependeu da dimensão máxima do agregado graúdo. Determinado o tipo de fibra se estabeleceu os teores utilizados, sendo 20, 40 e 80 kg/m³ de concreto, respectivamente. **Resultados:** O trabalho consistiu na realização de ensaios de caracterização física dos materiais empregados no concreto, na determinação do traço que foi 1: 1,84: 1,79 (cimento: areia: brita), com o fator água/cimento de 0,58 e 0,027 kg de plastificante e nos ensaios de resistência axial e diametral. **Conclusão:** Os resultados adquiridos apontam um ganho de resistência a tração do CRFA em relação ao concreto convencional, sendo este ganho de 55% com o teor de fibras de 80 kg/m³.

Palavras-chave: Fibras de Aço; Concreto; Resistência a tração; Controle da fissuração.

ABSTRACT

Introduction: Concrete is a proportional mixture between cement, aggregates, water and, in some cases, additives and additions. Despite being a high consumption material in the works, it has some deficiencies such as cracking and low tensile strength. Due to these shortcomings, there was a need for studies in the area and addition of new components to it, which resulted in the so-called special or reinforced concrete. **Objectives:** to analyze the behavior of the addition of steel fibers in the conventional concrete to evaluate and to stimulate the possible gains of

1 Autor, Graduando em Engenharia Civil pelo UNICERP.

2 Orientadora, Professora da Graduação do UNICERP, Especialista em Patologia das construções e Construção civil.

3 Co-Orientador, Professor da Graduação do UNICERP, Mestre em estruturas de concreto.

tensile strength and compression. **Material and methods:** The study was developed with the addition of steel fibers in a conventional concrete, using materials found in the region of Patrocínio / MG. From the physical characterization of these materials, the ACI / ABCP method and the type of steel fiber to be used were determined, depending on the maximum size of the aggregate. Determined the type of fiber was established the content used, being of 20, 40 and 80 kg / m³ of concrete, respectively. **Results:** The work consisted in the physical characterization of the materials used in the concrete, in the determination of the trace that was 1: 1,84: 1,79 (cement: sand: gravel), with water / cement factor of 0, 58 and 0.027 kg of plasticizer and in axial and diametral strength tests. **Conclusion:** The obtained results indicate a gain of tensile strength of CRF in relation to conventional concrete, this gain of 55% with the fiber content of 80 kg / m³.

Keywords: Steel Fibers; Concrete; Tensile strength; Crack control.

5.1 INTRODUÇÃO

O concreto é uma mistura proporcional entre cimento, agregados, água e, em alguns casos, aditivos e adições. Quanto à função ele pode ser classificado em concreto estrutural e não estrutural. O concreto estrutural é capaz de resistir aos esforços gerados na estrutura de uma construção tendo uma resistência adequada a este fim, enquanto o concreto não estrutural ou concreto magro possui baixa resistência sendo usado em locais onde não se requer grandes esforços, como revestimentos, lastros etc.

Apesar de ser um material de elevado consumo na construção civil (cerca de 11 bilhões de toneladas por ano), o mesmo apresenta falhas, como fissuração, retração plástica, permeabilidade em ambientes úmidos, baixa resistência à tração e ao impacto. Diante disso, houve a necessidade de estudos para resolução destes problemas, o que resultou, nos chamados concretos especiais ou reforçados que trouxeram um grande avanço ao concreto convencional (BRAZ e NASCIMENTO, 2015).

Segundo Figueiredo (2011), o concreto reforçado com qualquer tipo de elemento é considerado como material composto ou compósito, sendo o próprio concreto em si um material compósito pelo fato do mesmo ser constituído pela união de vários materiais como agregados, água, cimento entre outros elementos. Entretanto, é mais usual usar este termo em materiais constituídos de uma matriz frágil e algum tipo de reforço, como é o caso do concreto reforçado com fibras de aço (CRFA) ou até mesmo o concreto armado, que é mais usual na construção civil.

Um dos compósitos é o concreto reforçado com fibras de aço (CRFA), em que suas propriedades ajudam na melhoria de algumas deficiências encontradas no concreto convencional. (FIGUEIREDO, 2000).

5.2 REVISÃO DA LITERATURA

5.2.1 Concreto

Segundo Lima *et al.*, (2014), o concreto convencional é composto por um aglomerante, normalmente o cimento, água e agregados, que podem ser qualquer material granular, como areia, pedregulho, seixos rolados, rocha britada, escórias de alto forno, entre outros materiais. Os agregados maiores que 4,75 mm, são chamados de agregados graúdos e menores que isto, agregados miúdos. De acordo com as necessidades construtivas e com o intuito de melhorar algumas propriedades, o concreto pode receber aditivos e adições químicas em seu estado fresco.

Diferentemente de materiais como a madeira e o aço, que sofrem grandes deteriorações quando expostos ao meio aquoso, o concreto apresenta boa resistência a água no estado endurecido, deste que o mesmo não apresente vazios. Além disso, por ser composto por materiais de fácil acesso e baixo custo, o concreto se tornou um dos principais componentes das construções atuais. (LIMA, COUTINHO, et al., 2014).

Uns dos principais componentes do concreto é o cimento. Este quando em contato com a água proporciona uma excelente ligação com os agregados e os demais elementos, de forma que resultará, após sua cura, um material resistente e capaz de suportar carregamentos.

5.2.2 Concreto reforçado com fibras de aço

No concreto convencional, o surgimento da fissura representa um obstáculo à distribuição de tensão, prejudicando o material. Na Figura 1, esta distribuição é representada simplificada pelas linhas de tensão, que com o surgimento da fissura, se concentram na extremidade da mesma. Caso o esforço concentrado for maior que a resistência da matriz, ocorrerá a ruptura do material. O concreto é caracterizado como material frágil, não contando com nenhuma capacidade de resistência quando estiver fissurado. (FIGUEIREDO, 2000).

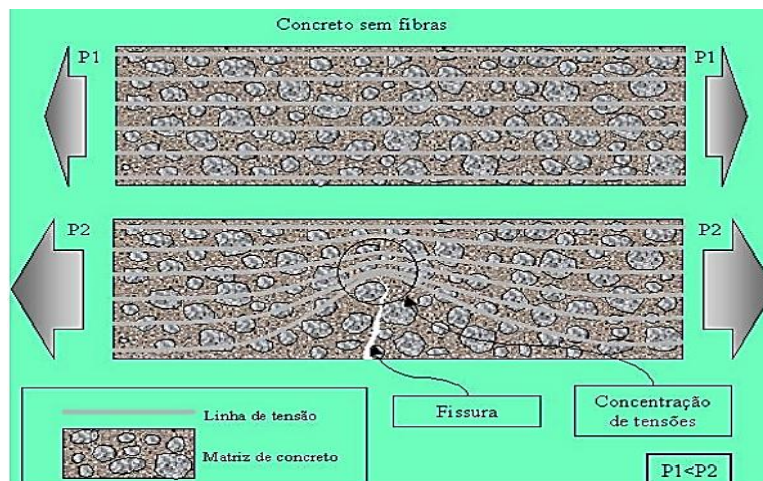


Figura 1 - Esquema de concentração de tensões para um concreto sem reforço com fibras.

Fonte: Figueiredo (2000, p.14)

A adição de fibras no concreto o deixa menos frágil, ou seja, proporciona maior ductilidade ao mesmo. Isso ocorre pelo fato da fibra servir como ponte de transferência de tensões, a qual minimiza a concentração de tensões nas extremidades das fissuras, reduzindo assim a velocidade de desenvolvimento da mesma, como mostra a Figura 2. Assim o concreto passa a ter um comportamento pseudo-ductil, apresentando desta forma uma certa capacidade portante pós-fissuração. (FIGUEIREDO, 2000). Segundo Pasa (2007), esta transferência ocorre pela aderência entre a fibra e a matriz de concreto.

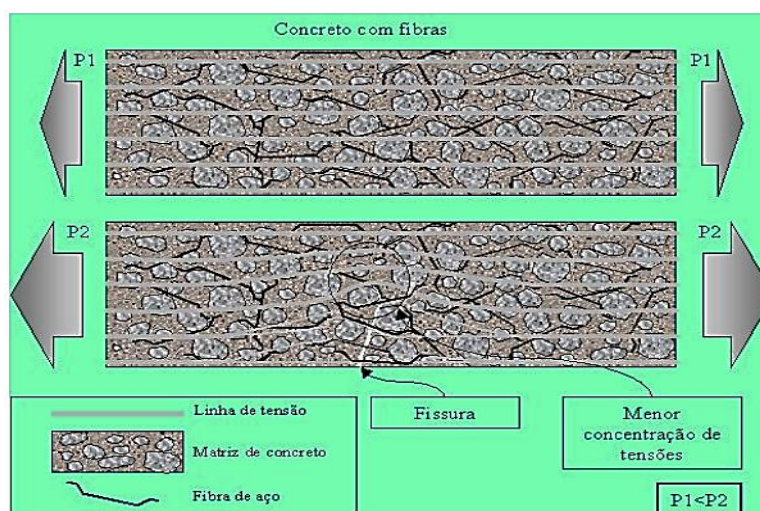


Figura 2 - Esquema de concentração de tensões para um concreto com reforço de fibras.

Fonte: Figueiredo (2000, p.14)

Vale ressaltar, que o nível de tensão que as fibras resistem, depende de vários fatores, dos quais pode-se destacar o comprimento e o teor das mesmas encontradas na mistura. (FIGUEIREDO, 2000).

As fibras usadas podem ser orgânicas, como a palha, a casca de coco e a celulose, ou sintéticas, como o vidro, o aço, o polipropileno, o nylon, entre outras. Entretanto, algumas destas podem trazer problemas ao concreto em seu local de aplicação, como por exemplo, a utilização de fibras de vidro em matrizes cimentícias, que sofre deterioração natural devido aos álcalis presentes no cimento, sendo necessário nestes casos que a fibra seja resistente a este aspecto. (FIGUEIREDO, 2000).

As fibras de aço são mais indicadas para o reforço de concreto, pelo fato de auxiliarem na resistência a tração, que no concreto convencional deixa a desejar, não se limitando apenas ao controle de fissuração, como a maioria das outras fibras existentes.

O mercado disponibiliza três tipos diferentes de fibras de aço, sendo estas a corrugada, de ancoragem em gancho e seção retangular e a de ancoragem em gancho e seção circular. Esta última é a mais indicada para o uso em reforços, pelo fato de ser fabricada a partir de fios trefilados progressivamente, que consequentemente trazem maior resistência mecânica, adquirida devido ao encruamento que o material é submetido. Este aspecto pode ser ainda maior de acordo com o teor de carbono do aço utilizado. Estas por sua vez, são encontradas em diferentes comprimentos e diâmetros, em pentes coladas entre si ou soltas, variando de acordo com a sua destinação final. (FIGUEIREDO, 2000).

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), o teor de fibras menor que 1%, ou seja, com baixa fração volumétrica, é utilizado para reduzir principalmente a fissuração por retração. Entre 1% e 2%, fração volumétrica moderada, para aumentar o módulo de ruptura, módulo tenacidade e a resistência ao impacto. Acima 2%, fração volumétrica alta, para o endurecimento por deformação do compósito, ou seja, será um compósito de alto desempenho.

A utilização de pequenos volumes de fibra (em torno de 1%), não vai interferir nas propriedades da matriz de concreto, além de não comprometer a trabalhabilidade no estado fresco. Consequentemente, este teor não irá trazer um grande ganho em relação a resistência a tração, sendo necessário portanto, trabalhar com teores acima de 2%, para se ter este aspecto. Contudo, a trabalhabilidade será afetada diretamente, causando prejuízos na compactação, durabilidade e no desempenho mecânico. (FIGUEIREDO, 2000).

5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho se desenvolveu a partir de método experimental, com o objetivo de avaliar o comportamento e os ganhos quanto a resistência à tração e compressão do concreto convencional com a adição da fibra de aço. Primeiramente foram selecionados cimento e agregados usuais na região do Alto Paranaíba e desenvolvida a sua caracterização física para avaliação da conformidade dos mesmos em relação à ABNT NBR 7211: 2005 - Agregados para concreto – Especificações.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a adição de fibras em concretos convencionais, dando ênfase ao ganho de resistência à tração, fator deficiente no concreto devido a sua fragilidade.

Com isto, a fibra indicada para o estudo foi a de ancoragem em gancho e seção circular, pois a mesma apresenta uma melhor interação com a matriz cimentícia, além de maior resistência mecânica, fatores relevantes para o aumento da resistência à tração.

O tipo de fibra a ser utilizado, dependeu também da análise laboratorial dos elementos do concreto convencional, através da caracterização física dos agregados e aglomerante. Os agregados utilizados foram a brita 0, a areia industrial, ambos encontrados na região de Uberlândia Minas Gerais, e o aglomerante foi o cimento CP V ARI, o mais indicado para este estudo, devido a sua maior superfície específica.

A partir dessa caracterização, foi possível determinar o comprimento ideal da fibra utilizada, pois a mesma dependeu da dimensão máxima do agregado graúdo. Ressaltando que não foi realizado nenhum tipo de ensaio com a fibra escolhida. Entretanto, a mesma é fabricada seguindo a NBR 15530:2007 – Fibras de aço para Concreto – Especificações.

5.3.1 Caracterização dos Agregados

Os agregados foram coletados e levados ao laboratório, secos em estufa a 100°C. Posteriormente foram caracterizados fisicamente segundo as especificações normativas vigentes, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Ensaio de caracterização dos agregados efetuados no laboratório de materiais do UNICERP

ENSAIO	MÉTODO DE ENSAIO
Análise granulométrica	ABNT NBR NM 248:2003 – Agregados – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 03)
Determinação da massa específica – Agregado Miúdo	ABNT NBR 9776:1988 – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman (ABNT, 88)
Determinação da massa unitária – Agregado Miúdo e Graúdo	ABNT NBR NM 45:2006 – Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios (ABNT, 06)
Determinação da massa específica – Agregado Graúdo	ABNT NBR 53:2003 – Agregado Graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água (ABNT, 03)
Massa específica - Cimento	ABNT NM 23:2000 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação das massa específicas (NM, 00)
Material pulverulento - Agregado Miúdo	ABNT NBR NM 46:2003 – Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira 75 µm, por lavagem (ABNT, 03)
Índice de forma - Agregado Graúdo	ABNT NBR 7809:2005 – Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro (ABNT, 05)

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.2 Traço

Após a caracterização dos agregados, foi adotado para determinação do traço o método de dosagem ACI/ABCP. Este método é uma adaptação do método ACI (American Concrete Institute), que é um método americano bastante utilizado e renomado. Esta adaptação ocorreu devido à grande variedade de agregados encontrados no Brasil, nos quais não se enquadravam nas normas americanas. Assim o método ACI/ABCP é exclusivo para agregados brasileiros.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002) a dosagem serve para trazer a proporção adequada e a forma mais econômica dos materiais utilizados no concreto, sendo este utilizado em concretos de consistência plástica a fluida.

O método ABCP fornece uma aproximação da quantidade de materiais a serem utilizados na dosagem, por meio da relação de suas características, do fator água/cimento e do consumo dos mesmos. Há a necessidade de realizar uma mistura experimental para se verificar

se a traço atende aos requisitos nos estados fresco e endurecido, ou se haverá a necessidade de alguma adequação.

Para o estudo, foi estimado durante a determinação do traço que a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}), em campo seria de 25 MPa e em laboratório esse valor poderia chegar em 32 MPa, devido ao fator de segurança, estabelecido pela norma ABNT NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central – Procedimentos.

5.3.3 Tipo de fibra

A partir da análise granulométrica do agregado gráudo, foi possível a escolha do tipo de fibra com ancoragem em gancho, dentre os tamanhos disponíveis no mercado. Segundo Figueiredo (2000), a fibra deve ter comprimento superior a 2 vezes a dimensão máxima do agregado gráudo, para se obter a compatibilidade entre ambos, tendo assim maiores chances de resultados positivos quanto a ancoragem.

A dimensão máxima característica do agregado gráudo encontrado foi de 12,5 mm. Portanto a fibra deveria ter no mínimo 25 mm para atender a condição estabelecida por Figueiredo (2000). O comprimento comercial mais próximo encontrado foi a fibra de 30mm. Como ela possui medida superior a 25mm, foi selecionada para uso. Na Tabela 2 é apresentada as características da fibra utilizada.

Tabela 2 – Características da fibra utilizada na pesquisa

Características da fibra de aço	
Fabricante	Arcelor Mittal
Formato	Fibra com ancoragem em gancho
Material	Fio de aço trefilado
Nome comercial	Dramix® 3D 45/30 BL
Comprimento	30 mm
Diâmetro	0,62 mm
Fator de forma	48 mm/mm

Fonte: Dramix® - Março 2009

Além do comprimento, outros fatores influenciaram na escolha da fibra. Seu formato, com ancoragem em gancho, dificulta o arrancamento e permite uma ligação rígida entre a matriz cimentícia e as fibras. Outro fator relevante na escolha foi o fator de forma, que segundo Braz et al (2015) quanto maior este valor, melhor será a aderência da fibra com a matriz.

5.3.4 Dosagem da fibra

De acordo com Figueiredo (2000, p.49), “as fibras são dosadas não em número, mas em volume ou massa por metro cúbico de concreto”. Com isto, foi estabelecido que o consumo de fibras para o estudo seria de 20 kg/m³, 40 kg/m³ e 80 kg/m³, ou seja, cada traço rodado apresenta o dobro da quantidade de fibras do anterior.

Estes valores foram estabelecidos a partir de estudos, nos quais levaram em consideração o volume crítico da fibra. Este volume é capaz de manter a resistência da matriz após a fissuração, ou seja, continuará suportando a carga, mesmo após a ruptura do compósito. (ARIF, 2014).

5.3.5 Preparo do traço e moldagem dos corpos de prova

5.3.5.1 Concreto convencional

Os materiais foram pesados e separados. A betoneira foi umedecida previamente para evitar que a mesma absorvesse a água do concreto. Uma vez realizado isto, iniciou-se o preparo do concreto propriamente dito, adicionando a brita juntamente com um pouco de água na betoneira por cerca de 2 minutos. Após este período, foi colocada a areia e feita a homogeneização por mais 1 minuto. Em seguida, colocou-se o cimento com o restante da água e o aditivo plastificante para a mistura final por mais 5 minutos. Logo após a mistura, foi realizado o ensaio de abatimento do tronco de cone (Slump Test) para verificação da consistência do concreto. Após a confirmação da conformidade da mistura quanto a consistência foram moldados 6 corpos de prova em moldes de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura segundo procedimento da NBR 5738:2003 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Os corpos de prova receberam desmoldante, para facilitar a desmoldagem.

Dos 6 corpos de prova moldados, 3 deles foram utilizados no ensaio de resistência axial, de acordo com a norma NBR 5739:2007 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, e os outros 3 para ensaio de resistência diametral, seguindo a NBR 7222:2011 – Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos.

Após este processo os corpos ficaram por 24 horas em temperatura ambiente, sendo desmoldados e colocados em tanque com água por 28 dias, idade escolhida para a realização dos ensaios.

5.3.5.2 Concreto com fibra

No CRFA, o procedimento de preparo seguiu o mesmo método do concreto convencional, com a inserção da fibra juntamente com o agregado miúdo devendo ser totalmente homogeneizada antes da colocação do cimento, sempre em taxas controladas, para evitar a formação de “ouriços”, como mostra a Figura 3. (FIGUEIREDO, 2000).



Figura 3 – Colocação da fibra.

Fonte: Autoria própria.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1 Caracterização física dos agregados

Para a determinação do traço do concreto e a escolha da fibras foi necessário conhecer a caracterização dos materiais. Na Tabela 3, estão apresentados estes resultados.

Tabela 3 - Caracterização dos agregados utilizados na pesquisa

ENSAIO	NORMA	RESULTADO OBTIDO	
Análise granulométrica dos agregados	NBR 248 (ABNT, 03)	Dimensão máxima característica do agregado graúdo	12,5 mm
		Módulo de finura do agregado miúdo	3,16
Massa específica – Areia industrial	NBR 9776 (ABNT, 88)	2660 kg/m ³	
Massa específica – Brita 0	NBR 53 (ABNT, 03)	2930 kg/m ³	

Massa específica – Cimento	NM 23 (NM, 00)	3080 kg/m ³
Massa unitária – Areia industrial	NBR 45 (ABNT, 06)	1577 kg/m ³
Massa unitária – Brita 0	NBR 45 (ABNT, 06)	1588 kg/m ³
Material pulverulento	NBR 46 (ABNT, 03)	11,45%
Índice de forma	NBR 7809 (ABNT, 05)	4,17

Fonte: Dados da pesquisa.

5.4.2 Traço

O traço encontrado através do método ACI/ABCP foi 1:2,48: 2,41 (cimento: areia: brita) em termos de proporção em massa e com o fator água/cimento de 0,58. Após a realização da mistura experimental, o mesmo não apresentou o valor esperado no ensaio de abatimento em tronco de cone (Slump Test), sendo necessário uma adequação do mesmo quanto a consistência. Após a adequação o traço passou a ser 1: 1,84: 1,79, não sendo alterado o fator água/cimento.

Foi adicionado aditivo plastificante, para melhorar a trabalhabilidade. Este varia de acordo com a quantidade de cimento, no qual deve ser em torno de 0,5%. Assim a quantidade de plastificante foi de 0,027 quilos.

5.4.3 Dosagem da fibra

Como citado anteriormente, o consumo de fibras para o estudo foi de 20 ,40 e 80 kg/m³ de concreto, respectivamente.

A partir disso, foi realizado cálculos para saber a quantidade certa de fibras em relação ao volume rodado no estudo, sendo o mesmo inferior à 1m³.

Inicialmente foi necessário calcular a massa específica teórica do traço, a partir das massas específicas e da quantidade em quilos de cada um dos componentes da mistura. Estes valores estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Massa específica e quantidade dos elementos do traço

ELEMENTOS	MASSA ESPECIFICA (Kg/m ³)	QUANTIDADE (kg)
Areia	2660	9,92
Brita	2930	9,64
Cimento	3080	5,4
Água	1000	3,132
Aditivo	-	0,027
Total	-	28,119

Fonte: Dados da pesquisa.

Com estes valores, foi realizada uma média ponderada, resultando na massa específica teórica do concreto de 2646,73 kg/m³.

Após a determinação da massa específica do traço, foi possível determinar o volume do concreto rodado no laboratório, sendo este de 0,01 m³.

Realizando uma simples regra de três, os valores encontrados para os teores de fibras estão apresentados a seguir, na Tabela 5.

Tabela 5 – Teor de fibra

CONSUMO DE FIBRAS (Kg/m³)	TEOR DE FIBRAS (Gramas)
20	200
40	400
80	800

Fonte: Dados da pesquisa.

5.4.4 Slump Test

Na determinação do traço, o abatimento do tronco de cone (slump test), foi estabelecido entre 100 ± 20 mm. Os resultados encontrados durante os ensaios estão estabelecidos nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Slump test (Concreto convencional)

CONCRETO CONVENCIONAL			
LEITURA 01 (mm)	LEITURA 02 (mm)	LEITURA 03 (mm)	MÉDIA (mm)
200	200	200	200

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 7 – Slump test (Concreto com fibras)

CONCRETO COM FIBRAS				
QUANTIDADE DE FIBRAS	LEITURA 01 (mm)	LEITURA 02 (mm)	LEITURA 03 (mm)	MÉDIA (mm)
20 Kg/m³	160	165	170	165
40 Kg/m³	160	190	175	175
80 Kg/m³	145	160	165	157

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora os valores do slump test tenham dado acima do estabelecido na determinação do traço e de acordo com a NBR NM 67:1998 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, para ambos os tipos de concreto, o mesmo não apresentou

segregação, não afetando a trabalhabilidade e a consistência dos mesmos no estado fresco. Isto pode ter ocorrido pelo fato da utilização da quantidade máxima de aditivo permitido (0,5% da massa de cimento), causando assim o abatimento acima do previsto.

5.4.5 Resistência do concreto convencional e concreto reforçado com fibras de aço

Os corpos de provas foram nomeados como A1, A2, A3, A4, A5 e A6, para facilitar a organização dos resultados. Sendo os corpos A1, A2 e A3 utilizados para os ensaios de compressão axial e os A4, A5 e A6, para os ensaios de tração por compressão diametral.

Após 28 dias, os corpos de prova foram rompidos, obtendo-se assim as resistências quanto aos esforços de tração e compressão, onde foi realizado a média dos resultados, conforme Tabela 8, apresentada a seguir.

Tabela 8 – Média das resistências

MATERIAL	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (MPa)
Concreto Convencional	38,78	3,28
CRFA 20 kg/m ³	50,23	4,12
CRFA 40 kg/m ³	45,75	4,7
CRFA 80 kg/m ³	44,62	5,07

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante desses resultados foi possível observar que a resistência a compressão aumentou, em comparação entre o concreto convencional com o CRFA. Entretanto este valor sofreu uma leve queda de acordo com o aumento de cada teor de fibra. Já a resistência a tração apresentou um aumento progressivo. Entretanto o aumento da resistência a tração não se mostrou diretamente proporcional ao aumento da quantidade de fibras, ou seja, ao se dobrar a quantidade de fibras não se obteve o dobro de ganho da resistência.

Com isto, foi realizado análises comparativas de ganho de resistência a compressão e a tração.

5.4.6 Ganho de resistência em relação ao concreto convencional

A primeira análise realizada é o ganho de resistência em relação ao concreto convencional, ou seja, se houve aumento ou diminuição da resistência à tração e à compressão em relação a quantidade de fibras inseridas no concreto. Esse ganho é demonstrado na Figura 4.

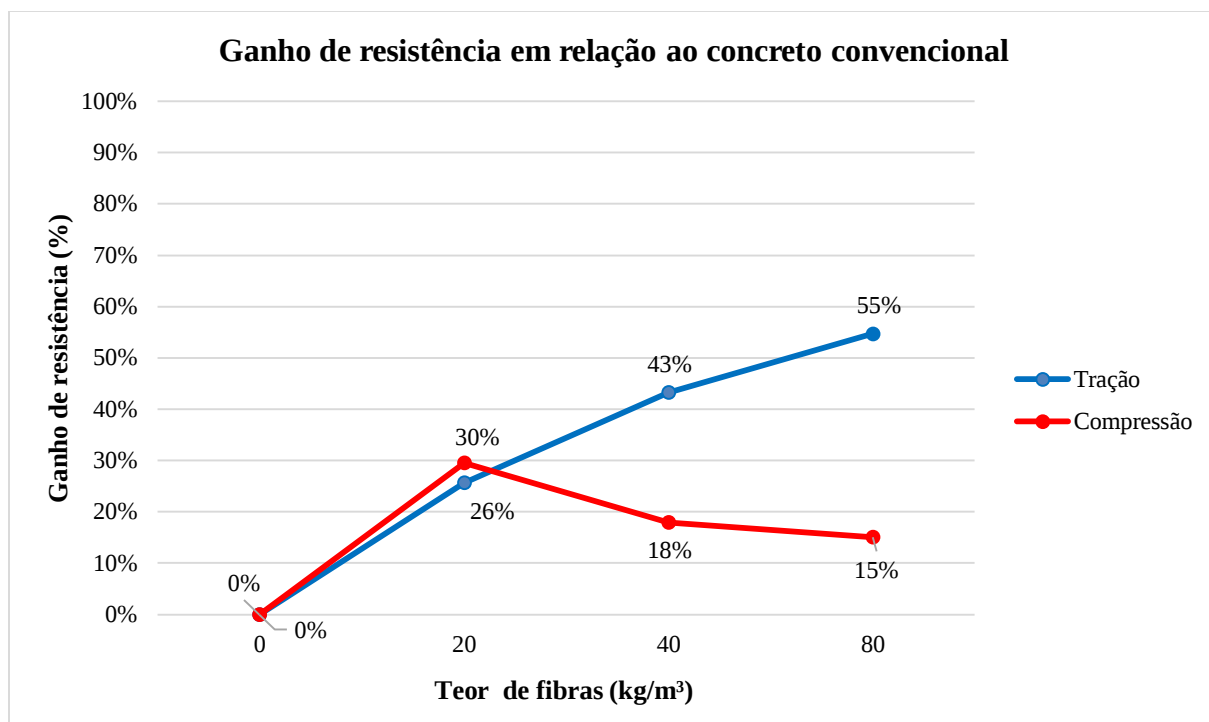


Figura 4 - Gráfico de ganho de resistência em relação ao concreto convencional

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da análise do gráfico foi possível observar que houve um aumento significativo na resistência a tração, ou seja, quanto maior a quantidade de fibras colocadas no concreto convencional maior será a resistência do mesmo a tração, umas das principais deficiências encontradas no concreto simples. Logo, ainda foi possível analisar que a resistência a compressão, também sofreu um aumento, entretanto, entre o CRFA este sofreu uma queda de acordo com o aumento do teor de fibra colocada. Assim, o aumento na resistência a tração com a inserção das fibras reduziu o ganho da resistência à compressão, trazendo uma pequena redução em seu valor.

5.4.7 Fissuração

Durante a realização dos ensaios foi possível analisar o comportamento dos corpos de prova em relação a fissuração.

No concreto convencional durante o ensaio diametral o corpo de prova se separou por completo, como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Ensaio diametral do concreto convencional

Fonte: Autoria própria.

Entretanto no CRFA, na realização do mesmo ensaio não ocorreu esta separação, como mostra a Figura 6.



Figura 6 – Ensaio diametral do CRFA

Fonte: Autoria própria.

Este aspecto variou de acordo com o teor de fibra utilizado, ficando mais visível no concreto com o teor de 80 kg/m³, onde o corpo de prova chegou a ser esmagado mas não apresentou fissura de grande escala ou separação, como no concreto convencional.

Deste modo a fibra pode ser utilizada para prevenir o aparecimento de fissuras, pois a mesma apresentou ser bem eficiente para este fim.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou como resultado o ganho considerável da resistência a tração do CRFA em relação ao concreto convencional, sendo este ganho variável de acordo com o teor de fibras. Portanto, quando maior este teor maior será a resistência do compósito a tração.

A resistência a compressão também aumentou no concreto com a inserção de fibras em relação ao concreto convencional. Entretanto, esta resistência sofreu uma pequena variação de acordo com os teores de fibras, ou seja, quando maior o teor de fibras menor foi o ganho na resistência a compressão do compósito.

Outro aspecto observado foi o controle da fissuração, no qual a fibra apresentou ser bastante resistente, impedido a sua propagação.

Logo, a fibra apresentou ser eficiente, para ser usada com os agregados encontrados na região do Alto Paranaíba. Todavia, a mesma deve ter um estudo mais aprofundado para se determinar melhor suas características e proporções ideais em cada uso e sua influência no concreto, como por exemplo, o combate do aparecimento de fissuras, a trabalhabilidade do compósito com elevado teor de fibra, o aumento do peso próprio da estrutura, a corrosão, a resistência a fadiga, a melhoria na propriedade dinâmica do concreto, entre outros aspectos relevantes.

5.6 AGRADECIMENTO

A empresa Arcelor Mittal, em especial ao engenheiro de aplicação da empresa Romário de Souza Lima, por disponibilizar a fibra para a realização do estudo.

5.7. REFERÊNCIAS

ARCELOR MITTAL. Catálogo Dramix®. São Paulo, Março, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 23: **Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados- Determinação da massa unitária e volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46: **Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira 75 µm, por lavagem**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: **Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: **Agregado Graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregados para concreto - Especificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: **Execução de concreto dosado em central – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7222: **Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7809: **Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro**. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15530: **Fibras de aço para concreto – Especificações**. Rio de Janeiro, 2007.

ARIF, M. A. **Avaliação da Medida de Tenacidade do Concreto Reforçado com Fibras de Aço**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Junho 2014. 156p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p.

BRAZ, M. C. D. A.; NASCIMENTO, F. B. C. D. **Concreto Reforçado com Fibras de Aço**. Ciências exatas e tecnológicas, Maceió, v. 3, p. 43-56, Novembro 2015.

FIGUEIREDO, A. D. D. **Concreto com Fibras de Aço**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000. 68p.

FIGUEIREDO, A. D. D. **Concreto Reforçado com Fibras**. Tese (Livre - Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2011. 248p.

GÓIS, F. A. P. **Avaliação experimental do comportamento de concreto fluido reforçado com fibras de aço: Influência do fator de forma e da fração volumétrica das fibras nas propriedades mecânicas do concreto**. 2010. 156p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

LIMA, C. I. V. et al. **Concreto e suas inovações**. Ciência exatas e tecnológicas, Maceió, v. 1, p. 31-40, Maio 2014.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedade e Materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2008.

PEDROSO, F. L. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem**. Concreto & Construções, p. 80, 2009.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÃO

Este estudo apresentou como resultado o ganho considerável da resistência a tração do CRFA em relação ao concreto convencional, sendo este ganho variável de acordo com o teor de fibras. Portanto, quando maior este teor maior será a resistência do compósito a tração.

A resistência a compressão também aumentou no concreto com a inserção de fibras em relação ao concreto convencional. Entretanto, esta resistência sofreu uma pequena variação de acordo com os teores de fibras, ou seja, quando maior o teor de fibras menor foi o ganho na resistência a compressão do compósito.

Outro aspecto observado foi o controle da fissuração, no qual a fibra apresentou ser bastante resistente, impedido a sua propagação.

Logo, a fibra apresentou ser bastante eficiente, para ser usada com os agregados encontrados na região do Alto Paranaíba. Todavia, a mesma deve ter um estudo mais aprofundado para se determinar melhor suas características e proporções ideais em cada uso e sua influência no concreto, como por exemplo, o combate do aparecimento de fissuras, a trabalhabilidade do compósito com elevado teor de fibra, o aumento do peso próprio da estrutura, a corrosão, a resistência a fadiga, a melhoria na propriedade dinâmica do concreto, entre outros aspectos relevantes.

REFERÊNCIAS

ARCELOR MITTAL. Catálogo Dramix®. São Paulo, Março, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 23: **Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados- Determinação da massa unitária e volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46: **Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira 75 µm, por lavagem**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: – **Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: – **Agregado Graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregados para concreto - Especificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: **Execução de concreto dosado em central – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7222: **Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7809: **Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro**. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15530: **Fibras de aço para concreto – Especificações**. Rio de Janeiro, 2007.

ARIF, M. A. **Avaliação da Medida de Tenacidade do Concreto Reforçado com Fibras de Aço**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Junho 2014. 156p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p.

BRAZ, M. C. D. A.; NASCIMENTO, F. B. C. D. **Concreto Reforçado com Fibras de Aço**. Ciências exatas e tecnológicas, Maceió, v. 3, p. 43-56, Novembro 2015.

FIGUEIREDO, A. D. D. **Concreto com Fibras de Aço**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000. 68p.

FIGUEIREDO, A. D. D. **Concreto Reforçado com Fibras**. Tese (Livre - Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2011. 248p.

GÓIS, F. A. P. **Avaliação experimental do comportamento de concreto fluido reforçado com fibras de aço: Influência do fator de forma e da fração volumétrica das fibras nas propriedades mecânicas do concreto**. 2010. 156p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

LIMA, C. I. V. et al. **Concreto e suas inovações**. Ciência exatas e tecnológicas, Maceió, v. 1, p. 31-40, Maio 2014.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedade e Materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2008.

PASA, V. F. **Análise do Comportamento de Estruturas de Concreto Reforçado com Fibras de Aço via Método dos Elementos Finitos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós - graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. p.158.

PEDROSO, F. L. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem**. Concreto & Construções, p. 80, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ANÁLISE GRANULOMETRICA DOS AGREGADOS UTILIZADOS NA PESQUISA

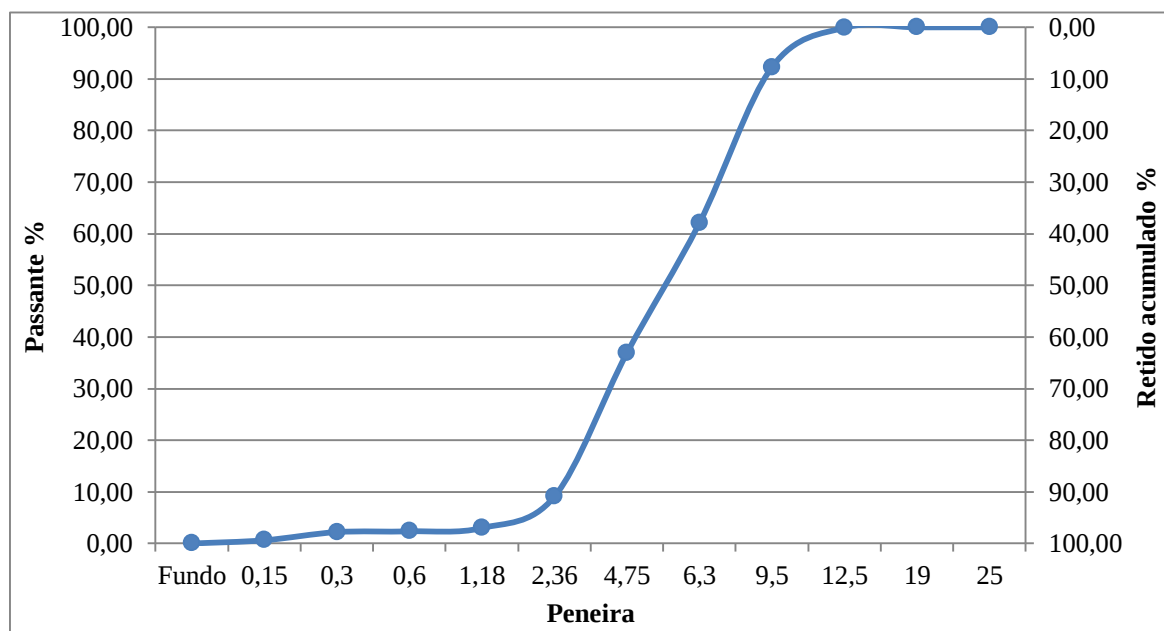
Material Ensaiado:	Areia Industrial		Quantidade:	500 gramas
Peneiras (mm)	Material Retido (g)	Percentual Retido (%)	Percentual Retido Acumulado (%)	Passante (%)
25	0	0,00	0,00	100,00
19	0	0,00	0,00	100,00
12,5	0	0,00	0,00	100,00
9,5	0	0,00	0,00	100,00
6,3	0	0,00	0,00	100,00
4,75	0,9	0,18	0,18	99,82
2,36	39,9	8,00	8,18	91,82
1,18	204,5	41,00	49,18	50,82
0,6	153,5	30,77	79,95	20,05
0,3	2,7	0,54	80,49	19,51
0,15	85,2	17,08	97,57	2,43
Fundo	12,1	2,43	100,00	0,00
Total	498,8	100,00		

Soma do material peneirado (g): 498,8

Perdas: 1,2 g ou 0,83 %

Módulo de Finura (MF): 3,16

Dimensão Máxima Característica (DMC): 4,75 mm



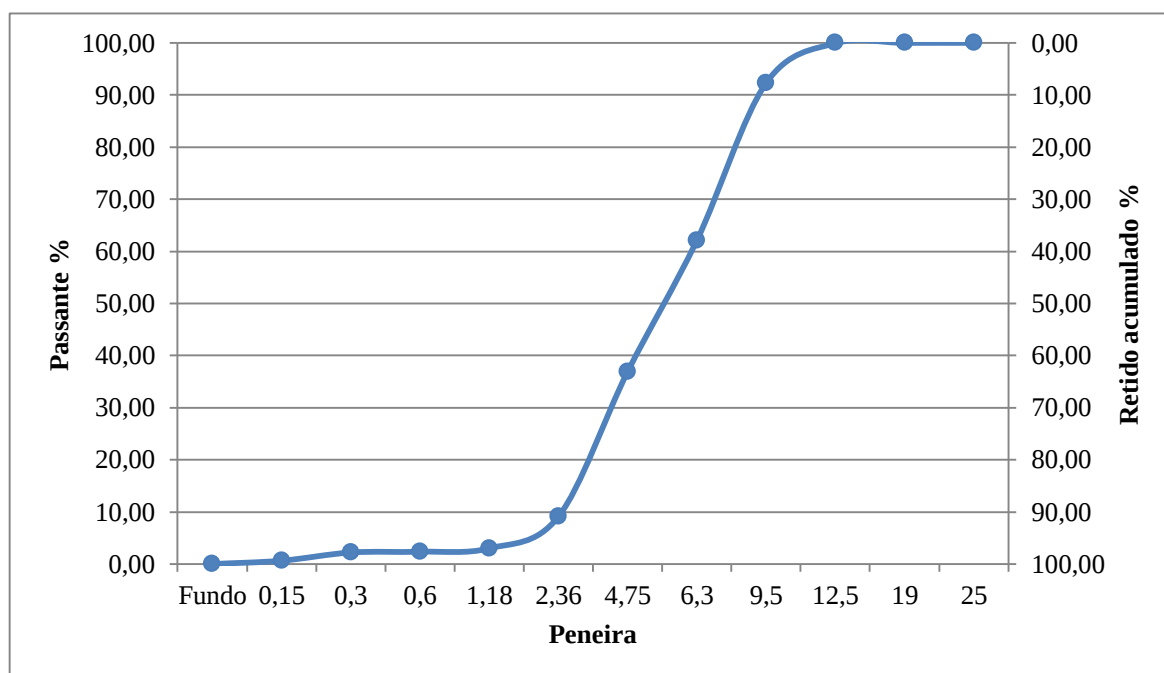
Material Ensaiado:	Brita 0		Quantidade:	2000 gramas
Peneiras (mm)	Material Retido (g)	Percentual Retido (%)	Percentual Retido Acumulado (%)	Passante (%)
25	0	0,00	0,00	100,00
19	0	0,00	0,00	100,00
12,5	1,1	0,06	0,06	99,94
9,5	153	7,67	7,72	92,28
6,3	602,5	30,20	37,92	62,08
4,75	502,3	25,18	63,10	36,90
2,36	554,9	27,81	90,91	9,09
1,18	121,6	6,09	97,01	2,99
0,6	12,8	0,64	97,65	2,35
0,3	2,8	0,14	97,79	2,21
0,15	31,5	1,58	99,37	0,63
Fundo	12,6	0,63	100,00	0,00
Total	1995,1	100,00		

Soma do material peneirado (g): 1995,1

Perdas: 4,9 g ou 0,25 %

Módulo de Finura (MF): 5,54

Dimensão Máxima Característica (DMC): 12,5 mm



APÊNDICE B – DOSAGEM DO CONCRETO PELO MÉTODO ABCP

1º Valores determinados pelos ensaios

Fck	25 Mpa
Massa específica do agregado miúdo	2660 kg/m ³
Massa unitária do agregado graúdo	1588,24 kg/m ³
Massa unitária do agregado miúdo	1577,45 kg/m ³
Diâmetro máximo do agregado graúdo	12,5 mm
Modulo de finura do agregado miúdo	3,16
Massa específica do agregado graúdo	2930 kg/m ³
Abatimento do tronco de cone (Slump Test)	100 ± 20 mm
Massa específica do cimento	3080 kg/m ³

2º Condição de preparo em função do desvio padrão (SD)

Existem as condições A, B e C para se determinar o SD. No caso em questão se enquadrar na condição A onde o cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa e volume com dispositivo dosador e corrigida em função das umidades dos agregados. Portanto o valor de SD será de 4 Mpa.

3º Determinação do f_{c28}

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 * SD \quad (1)$$

Onde:

f_{c28} = resistência esperada no 28 dias em Mpa;

f_{ck} = determinado no início;

SD = determinado através da condição anterior.

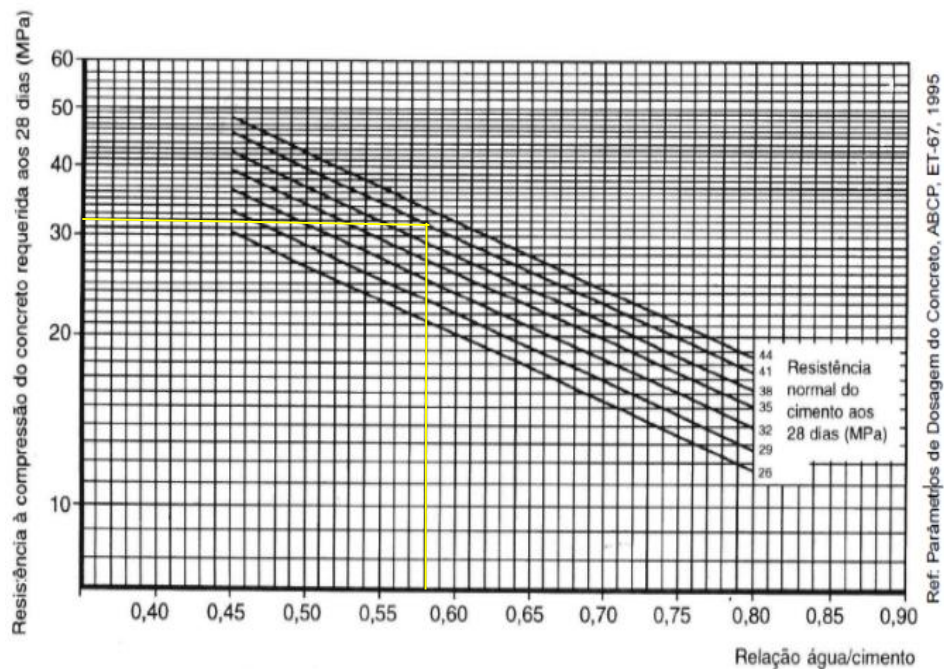
Substituído os valores na fórmula 1:

$$f_{c28} = 25 + 1,65 * 4$$

$$f_{c28} = 31,6 \text{ Mpa} \neq 32 \text{ Mpa}$$

Portanto o f_{c28} é de 32 Mpa.

4° Escolha a/c em função da curva de Abrams do cimento



Portando a relação $a/c = 0,58$.

5° Determinação do consumo de água (C_a)

Determinado através da relação entre o diâmetro máximo do agregado graúdo e do abatimento do troco de cone (Slump Test), de acordo com a tabela abaixo.

Consumo de água aproximado (L/m^3)					
Abatimento (mm)	Dmáx. Agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Como o diâmetro é de 12,5 mm, deve-se realizar uma média entre as colunas de 9,5 e 19 mm, obtendo desta forma o consumo de $217,5 L/m^3$, ou seja, $217,5 kg/m^3$.

6º Determinação do consumo de cimento

Determinado através da fórmula 2:

$$C_c = \frac{C_a}{a/c} \quad (2)$$

Sendo:

C_c = consumo de cimento em Kg/m³;

C_a = consumo de água, determinado anteriormente, sendo 217,5 Kg/m³;

a/c = relação água cimento determinado pelo ábaco, sendo de 0,58.

Substituindo os valores na fórmula:

$$C_c = \frac{217,5}{0,58}$$

$$C_c = 375 \text{ Kg/m}^3$$

Portanto o consumo de cimento será de 375 Kg/m³.

7º Determinação do consumo do agregado graúdo (Brita 0)

O volume é determinado através da seguinte tabela:

MF	Dimensão máxima dos agregados (mm)					
	9,5	19,5	25,0	32,0	38,0	
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845	V O L. B R I
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825	
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805	
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785	
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765	
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745	
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725	

3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705	T
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685	A
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665	S

Como o diâmetro é de 12,5 mm, deve-se realizar uma média na horizontal entre as colunas de 9,5 e 19 mm, e outra média na vertical, devido ao módulo de finura ser igual a 3,16, obtendo desta forma o volume de 0,57.

Após a determinação do volume, utiliza-se a fórmula 3 para determinar o consumo do agregado:

$$C_b = V_b * \delta_b \quad (3)$$

Onde:

C_b = consumo da brita em Kg/m³;

V_b = volume do agregado graúdo, sendo de 0,57;

δ_b = massa unitária do agregado graúdo, dando no início, sendo de 1588,24 Kg/m³.

Substituindo os valores:

$$C_b = 0,57 * 1588,24$$

$$C_b = 905,30 \text{ Kg/m}^3$$

Assim, o consumo de brita será de 905,30 Kg/m³.

8º Determinação do consumo do agregado miúdo (Areia Industrial)

Inicialmente se determina o volume do agregado miúdo, através da fórmula 4:

$$V_{\text{areia}} = 1 - \left(\frac{c_{\text{cimento}}}{\delta_{\text{cimento}}} + \frac{b_{\text{brita}}}{\delta_{\text{brita}}} + \frac{a_{\text{água}}}{\delta_{\text{água}}} \right) \quad (4)$$

Onde:

V_{areia} = volume de areia em m³;

Cimento = consumo de cimento, sendo 375 Kg/m³;

Brita = consumo de brita, sendo 905,30 Kg/m³;

Água = consumo de água, sendo 217,5 Kg/m³;

δ_{cimento} = massa específica do cimento, sendo 3080 Kg/m³;

δ_{Brita} = massa específica da brita, sendo 2930 Kg/m³;

$\delta_{\text{Água}}$ = massa específica da água, sendo 1000 Kg/m³;

Substituído os valores:

$$V_{\text{areia}} = 1 - \left(\frac{375}{3080} + \frac{905,30}{2930} + \frac{217,5}{1000} \right)$$
$$V_{\text{areia}} = 0,35 \text{ m}^3$$

Assim, o volume da areia é de 0,35 m³. Com este valor podemos calcular o consumo de areia de acordo com a fórmula 5:

$$C_{\text{areia}} = V_{\text{areia}} \cdot \delta_{\text{areia}} \quad (5)$$

Sendo:

C_{areia} = consumo de areia em Kg/m³;

δ_{Areia} = massa específica da areia, sendo 2660 Kg/m³;

Substituído os valores:

$$C_{\text{areia}} = 0,35 \cdot 2660$$
$$C_{\text{areia}} = 931 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

Assim, o consumo da areia é de 931Kg/m³.

9º Apresentação do traço

O traço é apresentado através da seguinte expressão:

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_{\text{areia}}}{C_c} : \frac{C_{\text{brita}}}{C_c} : \frac{C_{\text{água}}}{C_c} \quad (6)$$

Onde:

C_c = consumo de cimento, que equivale a 375 Kg/m³;

C_{areia} = consumo de areia, sendo 931Kg/m³;

C_{brita} = consumo de brita, sendo 905,30 Kg/m³;

$C_{\text{água}}$ = consumo de água, sendo 217,5 Kg/m³;

Trocando os valores:

$$\frac{375}{375} : \frac{931}{375} : \frac{905,30}{375} : \frac{217,5}{375}$$

$$1 : 2,48 : 2,41 : 0,58$$

Portanto, o traço será 1: 2,48: 2,41: 0,58

CORREÇÃO DA DOSAGEM DO CONCRETO PELO MÉTODO ABCP

A alteração do traço ocorreu na relação água / cimento, onde ocorreu um acréscimo de 30%, do valor estabelecido. Desta forma o consumo de cimento também foi alterado, passando a ser de 5,4 Kg/m³.

Assim o traço passou a ser 1: 1,84: 1,79: 0,58

APÊNDICE C – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE COMPRESSÃO E DE COMPRESSÃO DIAMETRAL

Concreto Convencional – Ensaio de compressão

A1			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
100,4	7917	307046,21	39,55

A2			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
100,3	7901	344311,48	44,44

A3			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
100,4	8507	251050,24	32,34

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Convencional – Ensaio de compressão diametral

A4			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
99,9	1995	96987,77	3,16

A5			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
99,8	1995	112286,14	3,66

A6			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
100,0	1990	92672,84	3,02

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 20 kg/m³ – Ensaio de compressão

A1			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
100,0	7851	394913,8	51,59

A2			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
99,3	7748	376967,63	49,61

A3			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
99,6	7798	378438,62	49,49

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 20 kg/m³ – Ensaio de compressão diametral

A4			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
99,7	2005	130232,31	4,23

A5			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
100,0	2003	120327,6	3,85

A6			
MÉDIA DO CÍRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPa)
100,1	2005	132487,84	4,29

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 40 kg/m³ – Ensaio de compressão

A1			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
99,9	7839	352254,87	45,82

A2			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
100,1	7872	342055,95	44,31

A3			
DIÂMETRO MÉDIO DO CÍRCULO (mm)	ÁREA DO CÍRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPa)
99,8	7829	361669,25	47,11

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 40 kg/m³ – Ensaio de compressão diametral

A4			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
100,3	2015	136410,5	4,38
A5			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
100,2	2025	156612,2	5,01
A6			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
100,6	2030	148276,55	4,71

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 80 kg/m³ – Ensaio de compressão

A1			
DIÂMETRO MÉDIO DO CIRCULO (mm)	ÁREA DO CIRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPA)
100,0	7856	350685,8	45,52
A2			
DIÂMETRO MÉDIO DO CIRCULO (mm)	ÁREA DO CIRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPA)
100,3	7909	330680,24	42,64
A3			
DIÂMETRO MÉDIO DO CIRCULO (mm)	ÁREA DO CIRCULO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE COMPRESSÃO AXIAL (MPA)
100,2	7878	330680,24	45,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Concreto Reforçado com Fibras - 80 kg/m³ – Ensaio de compressão diametral

A4			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
99,9	2003	138862,16	4,51

A5			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
100,6	1995	152787,61	4,94

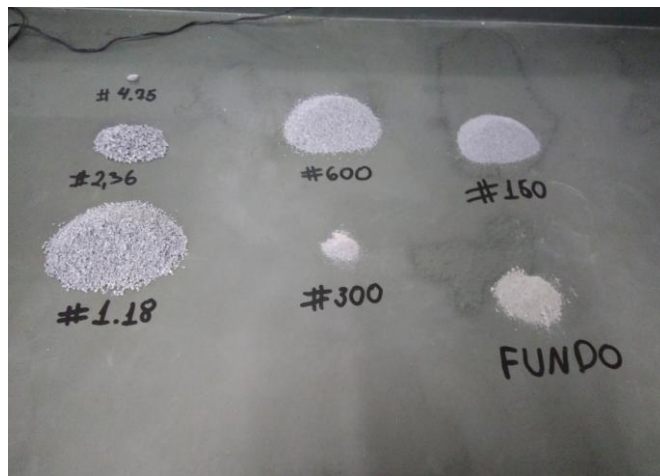
A6			
MÉDIA DO CIRCULO (mm)	MÉDIA DO COMPRIMENTO (mm ²)	FORÇA (N)	TENSÃO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL (MPA)
100,4	2015	179853,96	5,77

Fonte: Dados da pesquisa.

APÊNDICE D – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS AGREGADOS



Massa Unitária - Agregado Miúdo



Análise granulométrica - Agregado Miúdo



Análise granulométrica - Agregado Graúdo



Massa Unitária - Agregado Graúdo



Massa Específica - Agregado Graúdo



Pulverulento – Agregado Miúdo



Massa Específica – Agregado Miúdo



Índice de Forma – Agregado Graúdo

ANEXOS

ANEXO A – FICHA TÉCNICA DA FIBRA

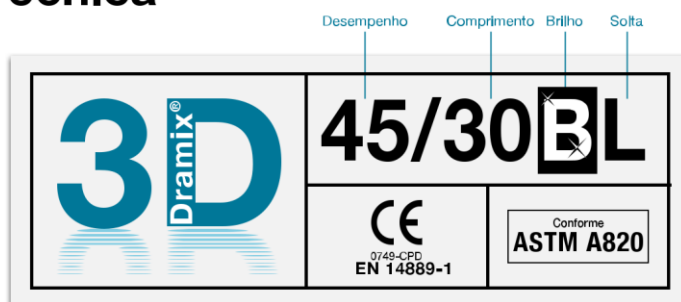
Dramix®

Belgo Bekaert Arames



Escolha qualidade.

Ficha Técnica



DRAMIX® 3D



Dramix® 3D é referência em reforços com fibra de aço. Graças à sua combinação de alta performance, durabilidade e fácil manuseio, 3D é uma solução eficiente para um grande número de aplicações e lhe permite economizar tempo e dinheiro.

- > ancoragem original
- > resistência à tração

Dramix® 3D é uma solução rentável para

- > pisos
- > túneis
- > pré-fabricados
- > aplicações residenciais

Bekaert lhe oferece todo o suporte necessário para seu projeto. Nós ajudamos você a escolher o tipo de fibra mais adequada, calcular a dosagem ideal e escolher o tipo de concreto. Entre em contato com seu suporte local.

Acesse www.bekaert.com/dosingdramix para conhecer nossas recomendações sobre manuseio, dosificação e mistura.

Reservado o direito de modificações. Todos os dados descrevem nossos produtos em caráter geral. Para informação detalhada, solicite as especificações técnicas do produto.

PERFORMANCE

Propriedades do material

Resistência à Tração: $R_{m, nom}$: 1.270 N/mm²
Tolerâncias: média de $\pm 7,5\%$

Módulo de Young: ± 210.000 N/mm²

Geometria

Família

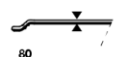
3D



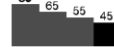
Comprimento (l) 30 mm



Diâmetro (d) 0,62 mm



Fator de Forma (l/d) 45



Rede de Fibras

12 km por m³ (para 30 kg/m³)
13.311 fibras/kg
Dosagem mínima
30 kg por m³ (de acordo com a CE)

Família Dramix®

5D 4D 3D

Resistência à Tração	
Ductilidade do arame	
Resistência da ancoragem	

CERTIFICAÇÕES DO PRODUTO



0749-CPD
EN 14889-1



Dramix® dispõe do certificado para uso estrutural conforme a EN 14889-1 (sistema '1'). Informação detalhada está disponível para consulta.

CERTIFICAÇÕES DO SISTEMA



Todas as plantas industriais Dramix® são certificadas pela ISO 9001 e ISO 14001.

EMBALAGEM



SACOS 20 kg



BIG BAG 800 kg

ARMAZENAMENTO



71.47.05 - 02/2014