



Universidade Estadual
da Região Tocantina
do Maranhão

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CAMPUS AÇAILÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIA HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

MARIA EDUARDA RIBEIRO DA SILVA

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE
MICROFIBRAS DE VIDRO**

Açailândia - MA

2023

MARIA EDUARDA RIBEIRO DA SILVA

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE
MICROFIBRAS DE VIDRO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, campus Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Esp. Ana Caroline Pereira
Nolasco

Açailândia - MA

2023

S586a

Silva, Maria Eduarda Ribeiro da

Análise de desempenho do concreto com adição de microfibras de vidro / Maria Eduarda Ribeiro da Silva – Açailândia: UEMASUL, 2023.

21 f. : il.

Artigo (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, MA, 2023.

Orientadora: Prof. Esp. Ana Caroline Pereira Nolasco

1. Concreto. 2. Microfibras de vidro. 3. Compressão axial e diametral. I. Título.

CDU 691

MARIA EDUARDA RIBEIRO DA SILVA

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM ADIÇÃO DE
MICROFIBRAS DE VIDRO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, campus Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Aprovado em 24/06/2023

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
ANA CAROLINE PEREIRA NOLASCO
Data: 02/07/2023 08:26:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Esp. Ana Caroline Pereira Nolasco
Especialista em MBA Engenharia Ferroviária
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Rachel de Andrade Avelar da Silva

Profª. Me. Rachel de Andrade Avelar da Silva
Mestra em Ciências dos Materiais
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Galdino
Prof. Esp. Cristiane Mello Galdino
Pós em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos.

Análise de desempenho do concreto com adição de microfibras de vidro

Performance analysis of concrete with addition of glass microfibers

Maria Eduarda Ribeiro da Silva¹; Ana Caroline Pereira Nolasco²

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, CCHSTL, Açailândia/MA, Brasil. Email: mariasilva.20180040242@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8594-1747>

² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, CCHSTL, Açailândia/MA, Brasil. Email: carolnolascoengcivil@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7770-9822>

Resumo: Na construção civil, o concreto é um dos materiais mais utilizados e fundamental em quase todas as etapas construtivas devido a sua boa resistência a compressão axial, elevada durabilidade, trabalhabilidade. Associado a isso, as fibras adicionadas ao concreto, tem sido amplamente estudada, com o intuito de ser uma tecnologia que melhore as propriedades do concreto. Esse trabalho objetiva avaliar as propriedades do concreto com adição de microfibras de vidro, com diferentes dosagens, em comparação com o concreto convencional, abordando desde a preparação até a análise dos resultados técnicos. Os resultados foram obtidos através de ensaios de slump test, compressão axial e tração por compressão diametral, em que se concluiu que por alguns fatores a utilização de microfibras de vidros reduziu a trabalhabilidade e resistência do concreto.

Palavras-chave: Concreto, Microfibras de vidro, Compressão axial e diametral.

Abstract: In civil construction, concrete is one of the most used and fundamental materials in almost all construction stages due to its good resistance to axial compression, high durability, workability. Associated with this, fibers added to concrete have been widely studied, with the aim of being a technology that improves the properties of

concrete. This work aims to evaluate the properties of concrete with the addition of glass microfibers, with different dosages, in comparison with conventional concrete, approaching from the preparation to the analysis of the technical results. The results were obtained through slump test, axial and diametral compression tests, in which it was concluded that the use of glass microfibers reduced the workability and resistance of the concrete.

Keywords: Concrete, Glass microfibers, Axial and diametric compression.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. METODOLOGIA.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4. CONCLUSÃO.....	18
AGRADECIMENTOS.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil diversos são os materiais utilizados para sua execução, dentre estes, o concreto é o material mais usual devido a sua versatilidade, sendo um composto plástico durante o estado fresco e altamente resistente quando endurecido (FURIAN,2019). Tal característica permite que o concreto seja moldado e adaptado de acordo com a utilização prevista (PEDROSO,2009). Contudo, este material dispõe de algumas limitações, como menor capacidade de deformação quando é submetido a tração e comportamento frágil (FIGUEIREDO,2011). Diante disso, para suprir tais limitações do concreto têm como alternativa a utilização de fibras de vidro (FIGUEIREDO,2011).

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), a união de dois materiais proporciona um melhor resultado devido a contribuição de cada material com suas características específicas. As fibras possibilitam o reforço de estruturas, bom desempenho e maior tempo de utilização do material acrescido com as fibras (GRANATO, 2015). A utilização de fibras de vidro associadas ao concreto tem crescido na engenharia por ser um material flexível, fibroso e com boas propriedades mecânicas (LUCENA, 2016).

Além disso, são utilizadas para suprir deficiências do concreto convencional e o modo de preparo é similar, com maior controle de dosagem, lançamento e vibração (NASCIMENTO, 2015). Tais fibras têm como característica baixo custo, boa resistência ao impacto, alta resistência a tração e a mecânica, boa moldagem das peças, baixa absorção de água, dentre outras (MICALI, 2010). De acordo com Lameiras (2007), a aplicação de fibras de vidro associadas ao concreto é ampla, com utilização em pavimentos de aeroportos, túneis, ornamento de arquitetura e reforços plásticos.

Segundo Lopez (2019), estudos e ensaios realizados para avaliação da durabilidade do concreto com adição de fibras de vidro apresentaram melhor aparência e resistência mecânica, além de menor variação de massa. No campo da construção civil é de grande importância a busca por mais conhecimentos na utilização de diferentes materiais, através de estudos e ensaios para obtenção de novos resultados sobre a adição de microfibras de vidro ao concreto. Visto que é um campo de estudo pouco aprofundado e sem normas específicas para a realização de ensaios, ocasionando infinitos resultados.

Diante disso, será realizado um estudo comparativo entre o concreto convencional e o concreto com adição de microfibras de vidro. Tal interesse pelo tema se deu pelas pesquisas que vêm comprovando os benefícios do concreto com adição de

fibras, evidenciando a sua competitividade e apresentando assim as vantagens econômicas e técnicas sobre o concreto convencional. Além disso, o trabalho irá contribuir para o incentivo de pesquisas e estudos mais aprofundados sobre a utilização de fibras na construção civil, a fim de gerar maior resistência, economia, redução da fragilidade e aumento da tensão ruptura do concreto.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi baseada em partes por teses relacionadas ao concreto e microfibras de vidro, retiradas das plataformas acadêmicas e periódicos, no qual auxiliou no conhecimento teórico e científico. O estudo realizado foi de natureza descritiva, com conceitos existentes no qual auxiliou na demonstração dos resultados obtidos de modo quantitativo e qualitativo.

A fase experimental desse estudo foi realizada na Franco Engenharia, localizada no município de Imperatriz – MA, devido a maior disponibilidade de máquinas que auxiliaram nos ensaios de tração por compressão diametral e de compressão axial. Além disso, a Franco Engenharia forneceu todo o material necessário para produção dos corpos de prova, além de fornecer auxílio na confecção e nos ensaios.

Dentre os materiais utilizados para composição dos corpos de prova estão o cimento Portland CP II, água, microfibras de vidro e agregados graúdos e miúdos. Além disso, foi considerado a dosagem do concreto devido a interferência do cimento e da água na resistência do concreto e os cálculos realizados foi referente a resistência de 30 MPa, baseados no método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland.

Para a realização dos ensaios de compressão axial e diametral foram confeccionados 36 corpos de prova, com 12 corpos de prova de concreto convencional, 12 com adição de 0,5% de microfibras e 12 com adição de 1,0% de microfibras. A quantidade de corpos de prova por ensaio foi baseada na ABNT NBR 12655:2006 – *Concreto de cimento Portland* e ABNT NBR 5738:2015 – *Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*, em que cada ensaio deve ser constituído por dois corpos-de-prova para cada idade de rompimento. A Figura 1 apresenta o passo a passo feito na parte prática desse estudo e a Tabela 1 as datas da realização dos ensaios.

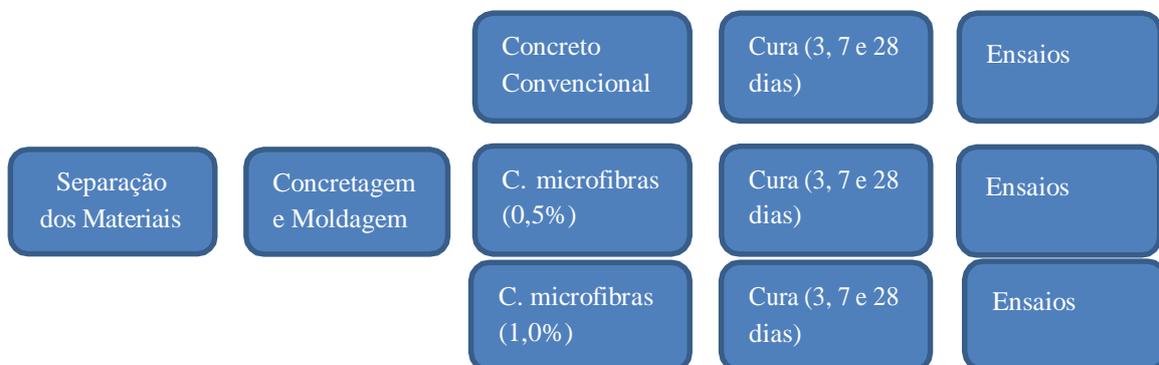


Figura 1 – Fluxograma experimental.

Fonte: autor (2023).

Tabela 1 – Período de cura e as respectivas datas dos ensaios.

Data da confecção dos corpos de prova: 28/03/2023	
Período de Cura	Datas da realização dos ensaios
3 dias	31/03/2023
7 dias	04/04/2023
25 dias	25/04/2023

Fonte: autor (2023).

Para o início do processo de concretagem foi necessário a realização da pesagem dos agregados com a quantidade necessária para cada traço, conforme a Imagem

1.



Imagem 1: Materiais utilizados para concretagem.

Fonte: autor (2023).

Além disso o traço teve variação no fator água/cimento entre o concreto convencional e o concreto com adição de microfibras de vidro, devido as fibras possuírem maior absorção de água, como especificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de material utilizado para cada traço.

MATERIAL	TRAÇO 1 (Kg) Convencional	TRAÇO 2 (Kg) Microfibras (0,5%)	TRAÇO 3 (Kg) Microfibras (1,0%)
Cimento	15	15	15
Seixo	30	30	30
Areia	15	15	15
Fibra	0	0,225	0,45
Água	5,48 L	7,1 L	7,6 L

Fonte: autor (2023).

Além disso, os corpos de prova utilizados para os ensaios foram no formato cilíndricos, confeccionados em fôrmas de plástico com dimensão de 10x20cm e revestidos com uma fina camada de óleo mineral na parte interna, para auxiliar na retirada do concreto, de acordo com a ABNT NBR 5738:2015 – *Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*, conforme a Imagem 2.



Imagem 2: Aplicação de óleo vegetal nos moldes dos corpos de prova.

Fonte: autor (2023).

Após a pesagem dos materiais e preparação dos moldes, iniciou-se o processo de concretagem em uma betoneira de 400 litros. A realização da concretagem e moldagem dos corpos de prova foram realizados da seguinte maneira: primeiro foi feita a concretagem do traço 01 (convencional) e, posteriormente o traço 02 (microfibras de vidro – 0,5%) e o traço 03 (microfibras de vidro – 1,0%). Além disso, as microfibras foram adicionadas ao concreto de forma gradual para que não houvesse aparecimento de ouriços no corpo de prova, ou seja, bolas formadas pelo acúmulo de fibras. A imagem 3 evidencia as microfibras de vidro sendo adicionadas ao concreto.



Imagem 3: Microfibras de vidro

Fonte: autor (2023).

Após a concretagem os três traços foram submetidos ao Slump Test, para análise da consistência e qualidade do concreto em seu estado fresco. Para a realização desse ensaio foi utilizado um molde no formato de um tronco de cone oco, no qual foi inserido três camadas de concreto, e para cada camada foram aplicados 25 golpes com auxílio de uma haste de compactação, que tem como função de distribuir uniformemente o concreto até atingir o topo do cone, evidenciado na Imagem 4.



Imagem 4: Ensaio de Slump Test.

Fonte: autor (2023).

Com o procedimento de Slump Test os valores obtidos foram: de 17cm para o traço 01, 16cm para o traço 02 e 5cm para o traço 03, conforme a Imagem 5.



Imagem 5: Slump Test.

Fonte: autor (2023).

Essa variação do traço 3 em relação aos demais ocorreu devido a maior quantidade de microfibras de vidro, e por elas absorverem uma maior quantidade de água, o que deixou o traço mais consistente.

Após o Slump Test, foram feitas as moldagens dos corpos de prova nos cilindros, no qual o concreto foi inserido em duas camadas, e para cada camada 12 golpes com a haste de compactação. Após isto, foi feita vibração nos corpos de prova também com o auxílio da haste e por fim, foi feito o acabamento na superfície dos cilindros para garantir que a superfície estivesse plana para a distribuição uniforme da carga nos ensaios de compressão axial e tração por compressão diametral. Nesse estudo foram moldados 36 corpos de prova com dimensões de 10x20 cm, de acordo com a ABNT NBR 5738:2003 – *Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*, conforme a Imagem 6.



Imagem 6: Corpos de prova confeccionados.

Fonte: autor (2023).

Os corpos de prova foram desmoldados 24 horas após a concretagem, conforme previsto pela ABNT NBR 5738:2015 – *Concreto. Procedimento para*

moldagem e cura de corpos de prova, para corpos cilíndricos. Além disso, foram submetidos ao processo de cura durante 3, 7 e 28 dias, para realização dos ensaios de compressão axial e diametral nos respectivos dias.

Para aferir a resistência a compressão axial e diametral dos corpos de prova foram seguidas as exigências da ABNT NBR 5739:2007 – *Concreto. Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos*. O equipamento utilizado foi uma prensa hidráulica manual digital, da marca Conteco, com capacidade máxima de 100 toneladas, conforme a Imagem 7.



Imagem 7: Prensa Hidráulica Manual Digital.

Fonte: Conteco (2020).

O ensaio de compressão axial garante a verificação da qualidade do concreto, além de ser preciso, de fácil execução e baixo custo. Esse ensaio é necessário para a análise da resistência do traço e para garantir padrão e qualidade do material, conforme a imagem 8.



Imagem 8: Ensaio de Compressão Axial.

Fonte: autor (2023).

O ensaio de compressão axial foi realizado de acordo com a ABNT NBR 5739:2007 – *Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos*, no qual recomenda que para cálculo da resistência à compressão axial, utilize a seguinte equação:

$$F_c = \frac{4 * F}{\pi * D^2}$$

Sendo:

F_c = resistência à compressão (MPa);

F = carga máxima obtida no ensaio (N);

D = diâmetro do corpo de prova (mm).

Para a realização do ensaio de tração por compressão diametral foi utilizado o mesmo equipamento, porém foi acoplado a prensa um par de placas redondas para ter uma distribuição de carga sobre o corpo de prova, conforme a ABNT NBR 7222:2011 – *Argamassa e concreto*. Antes do início do ensaio, foi aplicada uma força de compressão para ajuste das placas metálicas com o corpo de prova, para garantir a posição estável do mesmo. Após isto, a carga foi aplicada de forma contínua até a ruptura do material, conforme a Imagem 9.



Imagem 9: Ensaio de Compressão Diametral.

Fonte: autor (2023).

Para determinação da resistência à tração por compressão diametral, foram utilizados os resultados das cargas máximas aplicadas, obtidas pela prensa hidráulica manual digital, de acordo com a equação dada pela ABNT NBR 7222:2011 – *Argamassa e concreto*.

$$F_{ct, sp} = \frac{2 * F}{\pi * d * L}$$

Sendo:

$F_{ct, sp}$ = resistência à tração por compressão diametral (MPa);

F = carga máxima obtida no ensaio, em Newtons (N);

d = diâmetro do corpo de prova (mm);

L = largura do corpo de prova (mm).

Os ensaios ocorreram após duas horas da retirada dos corpos de prova do tanque de cura. Para isso, os corpos de prova tiveram suas superfícies encaixadas em um par de pratos de aço e posicionadas no centro da prensa para o início da compressão. A carga foi aplicada de maneira contínua até atingir uma queda na força de carregamento indicada pela prensa. Foram ensaiados 4 corpos de prova por traço, sendo 2 para o ensaio de compressão axial e 2 para o ensaio de compressão diametral, totalizando 12 corpos de prova por cura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos através dos ensaios realizados nos períodos de 3, 7 e 28 dias, verificou-se que os corpos de prova com adição de microfibras de vidro tiveram queda na resistência a compressão axial em relação ao concreto convencional, conforme evidenciado na Tabela 3 em tonelada força e no Gráfico 1, no qual o azul representa o concreto convencional, o vermelho o concreto com adição de 0,5% de microfibras de vidro e o verde o concreto com adição de 1,0% de microfibras de vidro.

Tabela 3: Carga de rompimento de Compressão Axial em Tonelada-força.

Carga de rompimento de compressão axial (Tf)			
Corpo de prova	3 dias	7 dias	28 dias
Convencional 1	24,12	24,85	36,31
Convencional 2	21,7	29,82	33,66
M. vidro (0,5%) 1	12,86	15,55	21,74
M. vidro (0,5%) 2	13,08	17,6	21,4
M. vidro (1,0%) 1	12,26	13,36	19,13
M. vidro (1,0%) 2	11,57	14,01	19,8

Fonte: autor (2023).

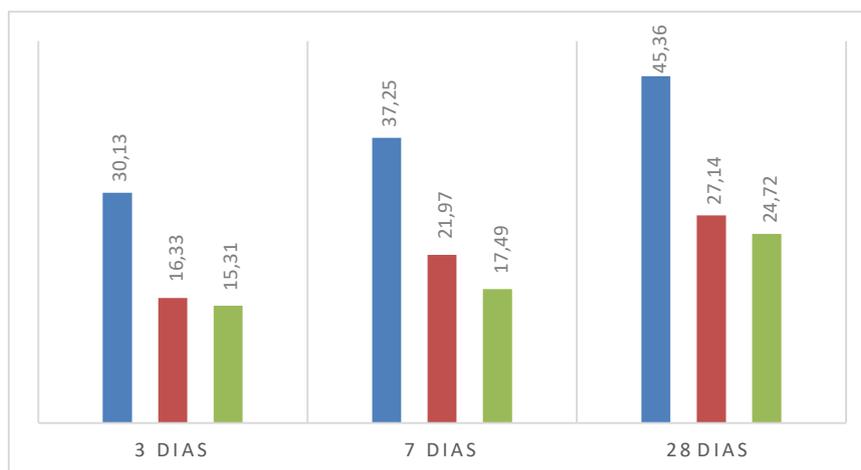


Gráfico 1: Resultado dos Ensaios de Compressão Axial em MPa.

Fonte: autor (2023).

Silva (2018) em seu estudo sobre Concreto reforçado com fibras de vidro, obteve também resultados em que o concreto com adição de fibras de vidro obteve menor resistência quando comparado ao concreto convencional, no qual afirmou que esse resultado é proveniente da baixa quantidade de fibras utilizadas no período de 7 e 28 dias de cura. Além disso, mesmo com menor resistência, observou-se que o traço 2 com 0,5% de microfibras de vidro obteve maior resistência quando comparado com o traço 3 com 1% de microfibras de vidro, o que evidencia que a quantidade de fibra está ligada a capacidade de resistência do concreto.

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), baseado num estudo experimental verificou que a adição de baixa fração volumétrica de fibras não influencia no aumento da resistência do material, apenas para a tenacidade à flexão. No presente estudo foi adotado uma baixa fração volumétrica, em que consiste em um teor menor que 1% do volume total do concreto.

As microfibras de vidro reduziram a resistência a compressão axial do concreto, o que pode ter ocasionado a redução da trabalhabilidade do mesmo, já que a quantidade de agregado no traço pode gerar essa redução. Além disso, outros fatores podem ter influenciado nessa baixa resistência, como a presença de areia no seixo (o que ficou evidente no rompimento dos corpos de prova o excesso de areia), a falta de capeamento de gesso (em que os corpos de prova estavam irregulares, devido a inexperiência com o manejo do material, o que ocasionou na distribuição de carga irregular nos corpos de prova no momento dos ensaios) e a areia úmida (o que ocasionou a redução da quantidade de água no traço).

Nos ensaios de tração por compressão diametral, as microfibras de vidro tiveram maior resistência quando comparado com o concreto convencional, além de evidenciar que o concreto com maior adição de microfibras (Traço 3 – 1%) obteve maior resistência, evidenciado na Tabela 4 e Gráfico 2. De acordo com Silva (2018), a quantidade de fibra utilizada vai influenciar dependendo do carregamento que será submetida, seja de tração ou compressão.

Tabela 4: Carga de rompimento de Tração por Compressão Diametral em Tonelada-força.

Carga de rompimento de Tração por Compressão Diametral (Tf)			
Corpo de prova	3	7	28
Convencional 1	4,06	7,87	10,38
Convencional 2	8,45	7,59	7,34
M. vidro (0,5%) 1	8,1	6,6	13,02
M. vidro (0,5%) 2	5,87	7,56	7,17
M. vidro (1,0%) 1	9,73	6,91	12,53
M. vidro (1,0%) 2	5,05	9,62	10,52

Fonte: autor (2023).



Gráfico 2: Resultado dos Ensaios de Tração por Compressão Diametral em MPa.

Fonte: autor (2023).

O resultado da tração por compressão axial dos corpos de prova está de acordo com Silva et al. (2008) e Silva et al. (2012), que afirmou que as principais razões da adição de fibras ao concreto é proporcionar o aumento da resistência a tração e flexão do material, com aumento também da capacidade de absorção de energia pós-pico antes da ruptura.

4. CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi feito um estudo do efeito da adição de microfibras de vidro nas propriedades mecânicas do concreto. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que, as microfibras de vidro reduziram a resistência a compressão axial do concreto, e aumentou a resistência a compressão diametral quando comparado com o concreto convencional, se destacando os corpos de prova com adição de 1% de microfibras para melhor resistência nos três ensaios.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente toda honra e glória seja dada ao meu Deus, que derramou sobre mim o seu amor, cuidado, bondade, misericórdia e força para conseguir concluir minha jornada acadêmica, obrigada Deus, por ser tudo em minha vida.

Agradeço também a minha família, que em todos os momentos da minha vida, me apoiou, sonhou comigo, me sustentou, e principalmente, me amou e abraçou os meus sonhos, sem vocês eu não teria conseguido, os amo com todo meu coração.

Agradeço a minha querida amiga e orientadora Ana Caroline por toda paciência e dedicação ao longo desta pesquisa, pelas boas risadas, com toda certeza o TCC ficou muito mais leve com sua ajuda, muito obrigada. Além disso, agradeço a Rachel Avelar por auxiliar no contato com a Franco Engenharia. Agradeço também a Rachel Avelar e a Cristiane Galdino por aceitarem fazer parte da banca desse trabalho.

Por último, agradeço a Franco Engenharia, que doou os materiais desse estudo, além de auxiliar na produção dos corpos de prova e nos ensaios realizados, que Deus abençoe vocês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland. Preparo, controle, recebimento e aceitação. Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738:2015 – Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738:2003 – Concreto. Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5739:2007 – Concreto. Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7222:2011 – Argamassa e concreto. Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.
- FIGUEIREDO, A. D. **Concreto reforçado com fibras**. 2011. Tese (Livre Docência em Materiais e Componentes de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Doi: 10.11606/T.3.2012.tde-18052012-112833. Acesso em: 2022-12-04.
- FURIAN, B. O. **Análise do comportamento mecânico de concreto com agregado reciclado e fibras de aço e vidro ar**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2019. Disponível em: <https://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/handle/123456789/15148>. Acesso em: 30 nov. 2022.
- GRANATO, J. E. **Reforço secundário de proteção mecânica sobre impermeabilização utilizando macrofibra sintética**. In: **Simpósio Brasileiro de Impermeabilização**, 14ª Ed. 2015. 15 p. Disponível em: casadagua.com/wp-content/uploads/2013/08/8-748.pdf. Acesso em: 28 nov. 2022.
- LAMEIRAS, R. M. **Contribuição ao estudo das propriedades dos materiais cimentícios reforçados com fibras de vidro**. 255f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15873>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- LOPEZ V.O., ALONSO F. A. F., SANTAMARÍA, A., SAN-JOSÉ, J. T., ARAGÓN, A., **Durability studies on fiber-reinforced EAF slag concrete for pavements**. **Construction and Building Materials**, Washington, v.163, n.1, p. 471-481, fev. 2019.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 2008.

MICALI, R. M. **Análise teórica de vigas pré-moldadas de concreto com armadura de aço e de polímero reforçado com fibra de vidro em meio altamente agressivo.** 2010. Dissertação (Mestrado em Projeto Mecânico) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Doi: 10.11606/D.18.2010.tde-12072010-155426. Acesso em: 2022-12-03.

NASCIMENTO, F. B. C. Concreto reforçado com fibras de aço. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS, [S. l.]**, v. 3, n. 1, p. 43–56, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/2638>. Acesso em: 3 dez. 2022.

PEDROSO, F. L. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem.** *Revista Concreto & Construções*, v. XXXVII, n. 53, p. 14-19, 2009.

SILVA, R. D.; CARDOSO, S. G.; BARBOSA, I. L. **Estudo do concreto reforçado com fibras de vidro.** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Unievangélica de Anápolis, Anápolis, 2018. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/113/1/2018_1_TCC_Rita%20de%20C%c3%a1ssia%20e%20Sara%20Grasiele.pdf.

SILVA, E.; MARQUES, M.; FORNARI JÚNIOR, C. **Aplicação de fibra de coco em matrizes cimentícias.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 8, n° 8, p. 1555 - 1561. 2012.