

ESTUDO SOBRE RESISTÊNCIA DE ESTACAS

NETO.Miguel T.¹; FEITOSA.Ronaldo C.¹

CRUZ.Rafael Augusto Valentim²

Universidade São Francisco

migueltneto1@gmail.com; ronaldocordeiro860@gmail.com

¹Miguel Teixeira Neto, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Campinas - SP.

¹Ronaldo Cordeiro Feitosa, Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Campinas - SP.

²Orientador Professor Rafael Augusto Valentim da Cruz, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Campinas - SP.

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo o estudo analítico da utilização de fibra de vidro e armadura de tela galvanizada empregada no corpo de uma estaca de fundação profunda, para isso foi utilizado o método de teste a compressão para checar as características físicas de resistência. O aço para construção, que hoje é o material mais utilizado nas armações para estruturas de concreto armado, vem se tornando cada vez mais escassos, tendo em vista esse fator, materiais com características semelhantes ou até mesmo superiores vêm sendo estudados a fim de atingir a mesma eficiência. Um material que consegue se destacar quando as suas características físicas é a fibra de vidro, suas propriedades quando incorporadas ao concreto consegue atingir resultados esperados no que à substituição do aço da construção civil, isso quando se estrutura a armação com a própria fibra de vidro, porém nos dias de hoje ainda é um método muito caro e se torna inviável a utilização de armações de fibra de vidro. Outra opção bastante utilizada para melhorar as características físicas do concreto é a fibra de vidro adicionada no traço do concreto

Palavras-chave: Concreto; Construção Civil; Estacas; Fibra de vidro; Fundações

Introdução

Este artigo propôs a realização de um estudo comparativo que utilizou o método de ensaio à compressão, focando em simular um corpo de prova representativo de uma estaca empregada em fundações profundas, tem por objetivo comprovar sua viabilidade técnica e econômica com a adição do agregado de fibra de vidro e tela galvanizada. Dois tipos de corpo de provas foram empregados: um armado com a tradicional armadura de aço CA50, e outro armado com tela galvanizada tipo viveiro com adição de fibra de vidro. O traço do concreto seguiu diretrizes já dimensionadas, segundo os estudos já existentes.

No âmbito da construção civil, este trabalho assumiu um papel relevante ao oferecer possibilidades de redução de custos e otimização no uso de materiais durante a execução de obras. Através de ensaios e análises, todos conduzidos nos laboratórios da Universidade São Francisco, foi avaliada a viabilidade financeira, os prazos de execução e os parâmetros de resistência à compressão que emergiram da interação entre as diferentes armaduras e o concreto.

Dessa forma, uma análise comparativa detalhada foi analisada, onde foram utilizadas a disposição da armadura convencional com aço CA50 com bitola de 10 mm e traço do concreto dimensionado para atingir a resistência de 25 Mpa, que por outro lado foi comparado com armadura de tela galvanizada enrolada e utilizada como armadura principal, e para o concreto dimensionou-se o traço para 25 mpa adicionado com fibra de vidro. O resultado destes estudos esperou-se fornecer subsídios valiosos para a tomada de decisões no campo da engenharia civil, favorecendo o progresso e a eficiência nas práticas construtivas

Segundo Bernadete (2021), a engenharia de fundações no Brasil e no mundo de uma forma geral, foram utilizadas e aperfeiçoadas bem antes do século em que vivemos. Relatos históricos nos revelam que as técnicas de geotecnia já haviam sido aplicadas desde da pré-história, nesse período os seres humanos dependiam de materiais naturais e técnicas simples para construir, muitas das vezes não tinham planejamentos, é sim a utilização de métodos para a própria sobrevivência.

Após sua instalação em cavernas, o homem primitivo, em busca de mais conforto e segurança, construiu suas cabanas em madeira. Quando as cabanas ficavam próximas a lagos e rios, eram instaladas sobre estacas, já mostrando a preocupação do homem primitivo com a erosão dos solos superficiais e com a noção da resistência do solo de fundação. (Danziger, 2022, p. 03)

Com o avanço das civilizações, como os egípcios e os romanos, técnicas mais elaboradas foram desenvolvidas, isso porque o peso das edificações teve um aumento significativo. Nesse período utilizaram-se blocos e até mesmo concreto nas fundações.

Com o crescimento das cidades por volta dos séculos XVIII e XIX, um grande salto na área de fundações foi dado, nesse período a necessidades e a solicitação das fundações por ter estrutura mais robustas sobre elas, se tornou evidente a preocupação de utilizar novos métodos, foi onde surgiu as primeiras estacas e sapatas utilizadas nas

fundações. A partir de então novos estudos e tecnologias foram evoluindo e hoje a engenharia de fundações abrange uma variedade de técnicas que podem ser aplicadas como solução para diversos setores da construção civil.

Conforme Velloso e L (2011), a história das estacas na engenharia civil remonta à pré-história, onde técnicas primitivas de fundações eram utilizadas para suportar estruturas. Os egípcios foram pioneiros ao empregar estacas de madeira para construir nas áreas alagadiças do Nilo. Para estradas, os romanos usavam passadiços de madeira em regiões pantanosas. Nas fundações de pontes, Vitruvius descreveu o uso de estacas de madeira chamuscadas em terrenos pantanosos. Fra Giocondo, na Idade Média, propôs proteger fundações com estacas-prancha na Ponte della Pietra.

Alberti (1485) recomendou dimensões específicas para estacas em relação às paredes. Na Roma Antiga, estacas de madeira eram usadas em pontes e edifícios. No entanto, o uso sistemático de estacas ganhou força durante o Renascimento na Europa, com a aplicação de estacas de madeira em edifícios e pontes.

Conforme Verissimo (2001), as estacas desempenham um papel fundamental na construção civil, proporcionando alicerces sólidos e estabilidade a estruturas em terrenos desafiadores. Elas são elementos estruturais utilizados para suportar cargas verticais e garantir a segurança de edifícios, pontes, fundações e outras construções. Existem diversos tipos de estacas, cada um adequado a diferentes condições geotécnicas e necessidades construtivas. Alguns tipos comuns incluem estacas de madeira, metálicas, de concreto pré-moldado, estacas escavadas, estacas Franki, estacas raiz, estacas hélice contínua, Estacas de micro estacas e estacas de prancha. A escolha do tipo de estaca depende das características do solo, das cargas a serem suportadas e do projeto específico da construção. Engenheiros geotécnicos desempenham um papel crucial na seleção e dimensionamento adequado das estacas, considerando fatores como resistência do solo, profundidade necessária e capacidade de carga. Além disso, a instalação correta das estacas é fundamental para garantir sua eficácia. Sendo assim, as estacas na construção civil são elementos essenciais para a estabilidade e segurança das estruturas, permitindo a construção em terrenos variados e desafiadores. Seu uso adequado é crucial para garantir a durabilidade e o desempenho das edificações.

Milititsky, Consoli, Schnaid (2015), nos orienta que a escolha das estacas na construção civil é uma decisão crítica que afeta diretamente a segurança, a estabilidade e a eficácia das estruturas construídas. Essa seleção envolve considerações geotécnicas, estruturais e econômicas, e deve ser feita com cuidado por engenheiros especializados.

Abaixo, destacamos alguns dos principais pontos a serem considerados ao escolher o tipo de estaca adequado.

Características do Solo: A primeira e mais fundamental consideração é o tipo de solo no local da construção. Solos coesivos, como argila, e solos não coesivos, como areia, têm diferentes características de compressão e resistência, influenciando a escolha das estacas.

Cargas e Estrutura: A carga que a estaca deve suportar é determinante na seleção do tipo de estaca. Estruturas mais pesadas exigem estacas capazes de resistir a cargas maiores. Além disso, a configuração da estrutura também desempenha um papel importante na escolha.

Profundidade: A profundidade até a qual as estacas devem ser cravadas ou perfuradas é crucial para garantir a estabilidade da construção. A profundidade está relacionada à capacidade de carga e às características do solo em profundidade.

Tipos de Estacas Disponíveis: Existem diversos tipos de estacas, como estacas de madeira, metálicas, de concreto pré-moldado, estacas escavadas, estacas hélice contínua e muitas outras. Cada tipo tem suas vantagens e desvantagens, e a escolha deve considerar o contexto específico. **Restrições Ambientais e Urbanas:** Em áreas urbanas, com restrições de espaço e vizinhança próxima, podem ser necessários tipos de estacas que minimizem vibrações e ruídos durante a instalação.

Custos e Orçamento: O custo das estacas, incluindo sua instalação, deve ser compatível com o orçamento do projeto. Às vezes, a escolha de estacas mais sofisticadas pode ser economicamente inviável.

Riscos Geotécnicos: Avaliar os riscos geotécnicos, como a possibilidade de afundamento diferencial ou instabilidade do solo, é fundamental para garantir a segurança a longo prazo da estrutura.

Normas e Regulamentos: É importante considerar as normas e regulamentos locais e nacionais que regem a construção civil e as especificações para estacas, garantindo que a escolha esteja em conformidade com os padrões de segurança.

Fundações diretas ou rasas são caracterizadas como blocos, alicerces, sapatas e radies com uma profundidade de no máximo 3 m (Guimarães,2018. P. 20)

Para Guimarães (2018), as fundações diretas ou rasas, gera uma tensão pelo peso da estrutura que é transmitida para o solo de forma que os esforços geram pequenos recalques, por sua vez a construção nesse tipo de fundação é capaz de absorver os recalques sem sofrer danos. A fundações rasas mais conhecidas, são:

Blocos: Estrutural em concreto simples, esse tipo de fundação permite que as tensões sejam absorvidas sem necessidade de armadura.

Sapatas: Em sua composição possuem armação de aço ou não, esse tipo de fundação é um pouco menor que o “Bloco”.

Vigas de função: Popularmente conhecido como “Vigas baldrame”, esse tipo de fundações normalmente recebe sobre elas pilares alinhados.

Sapatas associadas: Nesse tipo de fundação que não necessita esta alinhadas, costumam receber parcialmente os pilares da obra.

Radier: Recebe todos os pilares da obra

Fundações indiretas ou profundas:

As fundações profundas são elementos usados para transmitir as cargas de uma estrutura para camadas mais profundas do solo, quando as camadas mais superficiais não são adequadas.

Nesse tipo de fundação existe 3 principais:

Estaca: executada com auxílio de máquinas e equipamentos, pode ser cravada à percussão, prensagem, vibração ou escavação ou, ainda, envolvendo mais de um desse;

Tubulão: formato cilíndrico que se difere da estaca pelo processo executivo, no qual a entrada (descida) de operários é necessária

Caixão: fundação profunda de forma prismática, concretada na superfície e instalada por cravação interna

Fundações mistas: Geralmente é a composição de uma fundação rasa associada a uma fundação profunda. Alguns exemplos são:

Sapatas sobre estacas: Combinação de sapatas + estacas.

Radiers estaqueados: radier + estaca (ou sobre tubulões)

Segundo Falconi (2019) Uma estaca com solicitação de carga vertical tende a resistir parcialmente através do atrito lateral gerando cisalhamento ao longo do seu fuste e parcialmente por sua resistência de ponta. A capacidade de carga pode ser expressa pela soma de cargas máximas resistidas pelo atrito lateral e pela resistência de ponta.

$$Q_u = Q_s + Q_p(1)$$

Designando-se por q_s e q_p as tensões limites de cisalhamento ao longo do fuste e normal ao nível da base e A_s e A_p respectivamente a área lateral da estaca e da seção transversal de sua ponta, tem-se:

$$Q_u = Q_s + Q_p = q_s A_s + q_p A_p(2)$$

Numa estaca a capacidade de carga pode ser avaliado através do processo direto e indireto. Onde o direto os valores de q_s e q_p são determinados através de processo empíricos ou semiempíricos.

Já nos processos indiretos a principais características de resistência de cisalhamento e de rigidez do solo é avaliado através de ensaio “In situ”.

Oliveira Junior et al(2022), as estacas de fibra de vidro são elementos estruturais na construção civil, compostas por fibras de vidro impregnadas em resina epóxi. Elas têm ganhando popularidade devido a diversas vantagens, como sua leveza, alta resistência à corrosão, excelente resistência à tração, flexibilidade, capacidade de isolamento elétrico e longa durabilidade. Além disso, a instalação das estacas de fibra de vidro pode ser mais simples, embora seu O custo pode variar dependendo do projeto. Em resumo, essas estacas são uma escolha valiosa em aplicações que requerem durabilidade e resistência, mas a seleção deve levar em consideração as condições do solo e as necessidades específicas do projeto.

Euler Mendes et al (2022), tem relatos que a primeira pesquisa envolvendo a fibra de vidro para reforço do concreto foram realizadas em 1940 que posteriormente começou a ser utilizada na construção civil, na indústria, entre outros.

Em sua composição a fibra é formada por centenas de filamentos, por sua vez o diâmetro das fibras depende exclusivamente de alguns fatores como a propriedade do vidro, tamanho dos furos por onde foram extrusados e velocidade de extrusão.

Existe nos mercados alguns tipos de fibra de fibra de fibra, como descrito abaixo:

Tipo E: Teor alcalino máximo de 1% em peso, usado quando é requerido resistência elétrica, material utilizado para reforço nas estruturas.

Tipo A: Baixa resistência alcalina, utilizado quando a força requerida é menor que a do tipo E.

Tipo C: Enorme resistência à corrosão

Tipo D: Baixa constante elétrica, muito utilizado na indústria eletromagnética

Tipo R,S: Utilizado quando se exige grande força é requerida, como na indústria têxtil

Tipo AR: Alta resistência alcalina, usado para reforço em concreto.

As fibras do tipo AR estão sendo mais utilizadas no concreto, isso por que a grande dificuldade de utilização de fibras como a do tipo E, é devido a baixa resistência alcalina, que em contato com a nata de cimento, agredem as fibras e se mostram com resultados negativos quanto a resistência e durabilidade do concreto.

As principais característica que a fibra de vidro engaja para contribuir com aspectos positivos a suas propriedades é o aumento da coesão, aumento da resistência a tração e ao impacto, menor segregação.

Silva (2018) A adição de fibras de vidro ao concreto é uma técnica que aprimora suas propriedades, tornando-o mais resistente e durável em aplicações específicas. Isso inclui o aumento da resistência à tração, controle de fissuração, maior durabilidade em ambientes adversos, redução de peso e espessura em elementos estruturais, melhoria na tenacidade e resistência ao desgaste abrasivo. Essa técnica é valiosa na construção civil para atender a requisitos específicos de desempenho e durabilidade. As estacas de fibra de vidro são elementos estruturais na construção civil, compostas por fibras de vidro impregnadas em resina epóxi. Elas têm ganhado popularidade devido a diversas vantagens, como sua leveza, alta resistência à corrosão, excelente resistência à tração, flexibilidade, capacidade de isolamento elétrico e longa durabilidade. Além disso, a instalação das estacas de fibra de vidro pode ser mais simples, embora seu

O custo pode variar dependendo do projeto. Assim, essas estacas são uma escolha valiosa em aplicações que requerem durabilidade e resistência, mas a seleção deve levar em consideração as condições do solo e as necessidades específicas do projeto.

Para a realização desse artigo, foi utilizado o laboratório para condução das análises de ensaios à compressão. A escolha dos traços do concreto foi alinhada com as características das armações utilizadas, visando à melhor representação das condições reais.

Materiais e Métodos:

Para a realização do trabalho utilizamos o ensaio de compressão axial em corpos de prova de concreto, para avaliar a resistência do concreto à compressão, a norma utilizada foi a NBR 5739; para a moldagem dos corpos de prova, foi utilizado a NBR 5738, já para o armazenamento e cura do corpo de prova, foi utilizado a NBR 9479 e o ensaio de compressão foi utilizado a NBR 5739.

Esta Norma prescreve o método pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto, moldados conforme a NBR 5738 (ABNT, 1994).

A NBR 5739 é uma norma técnica brasileira que trata de "Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos". Ela estabelece os procedimentos e requisitos para a realização de ensaios de compressão em corpos de prova cilíndricos de concreto. Esses ensaios são frequentemente realizados para determinar a resistência do concreto à compressão, um parâmetro fundamental na construção civil. Fornece diretrizes detalhadas sobre como preparar, moldar e curar os corpos de prova cilíndricos, bem como os procedimentos para a realização dos ensaios de compressão. A norma estabelece critérios de qualidade para garantir que os resultados dos ensaios sejam confiáveis e consistentes.

É importante seguir as diretrizes estabelecidas na NBR 5739 ao realizar ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto, pois isso ajuda a assegurar a integridade estrutural das construções e a qualidade do concreto utilizado.

A norma ABNT NBR 5738 é uma norma técnica brasileira que estabelece os procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova de concreto em laboratório. Esses corpos de prova são usados para a realização de ensaios que determinam as propriedades do concreto, como sua resistência à compressão, módulo de elasticidade e outras características.

Esta Norma fixa as condições exigíveis para moldagem, desforma, preparação de topos, transporte e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, destinados a ensaios para determinação das propriedades intrínsecas desse material (ABNT, 1994).

Os principais tópicos abordados pela ABNT NBR 5738 incluem, procedimentos para a moldagem de corpos de prova de concreto, incluindo o preparo do material, o processo de moldagem, o manuseio e a cura dos corpos de prova. Especificações para as dimensões dos corpos de prova, como formas, tamanhos e métodos de moldagem. Orientações sobre a cura dos corpos de prova, incluindo a duração e as condições necessárias para garantir resultados precisos nos ensaios.

Essa norma é fundamental para garantir que os corpos de prova de concreto sejam moldados e curados corretamente, o que é essencial para a determinação precisa das propriedades do concreto utilizado na construção civil. É amplamente utilizada em laboratórios de ensaios e na indústria da construção para garantir a qualidade do concreto empregado em diferentes projetos.

A norma ABNT NBR 9479, também conhecida como "Câmara Úmida - Verificação da Estanqueidade - Procedimento," estabelece as diretrizes para a realização de testes de estanqueidade em sistemas impermeabilizados, geralmente usados em construção civil. Esses sistemas impermeabilizados são projetados para evitar a infiltração de água em estruturas, como lajes, terraços, pisos e paredes, a fim de evitar danos causados pela umidade.

Os principais tópicos abordados pela NBR 9479 incluem, procedimentos para preparação da câmara úmida, que é uma estrutura construída para realizar o teste de estanqueidade. Critérios para a realização do teste, incluindo a pressurização e a manutenção da água na câmara úmida para verificar vazamentos. Avaliação dos resultados do teste, considerando se o sistema impermeabilizado atende aos requisitos de estanqueidade especificados.

A NBR 9479 é fundamental para verificar a eficácia dos sistemas impermeabilizados em edificações e estruturas, garantindo que não haja vazamentos de água que possam causar danos. Ela é frequentemente usada por profissionais da construção civil, engenheiros e técnicos de impermeabilização para garantir a qualidade e segurança das estruturas.

Esta norma fixa as condições exigíveis de câmaras úmidas e tanques de cura utilizados nos ensaios de cimento e concreto (ABNT, 1994).

Foi utilizado o molde cilíndrico para concreto, balança de precisão, placa plana para acabamento superior, máquina de ensaio universal, cimento portland CPII Z, areia grossa, brita 0, ferro 8mm, tela galvanizada, fibra de vidro e água. Os corpos de prova apresentam diâmetro de 10cm e altura de 20 cm; foram realizado 18 corpos de prova, sendo seis por dia, dividido em três corpos de prova com fibra de vidro e tela galvanizada e três com armação convencional, ambos os métodos com idade de 7, 14 e 21

dias. Para a realização dos corpos de prova, foi utilizado o método de adensamento manual.

Com os dados dos materiais escolhidos, foi realizado quatro traços conforme as normas da ABNT, utilizando o método ABCP, conforme o material utilizado como referência, o TCC de Euler Mendes de Oliveira Junior et al. (2022). O desvio padrão para 25MPa de 5,5MPa foi obtido conforme os fatores de cada concreto, por meio disto, calculou-se um f_{cj} de 34,1 MPa. Com os cálculos realizados, foi possível obter um traço unitário para 25Mpa de 1:1,66:2,2:0,53Kg, sendo, respectivamente, cimento, areia, brita e água. Logo, as quantidades de materias utilizados foram 6,5kg de cimento, 10,83kg de areia, 14,35kg de brita e 3,46 litros de água.

Tabela 1 – Traço dos teste

Concreto	Cimento (Kg)	Areia (Kg)	Brita (Kg)	Água(L)	Fibra (g)
Armação convencional	6,5	10,83	14,35	3,46	0
Fibra de vidro e tela galvanizada	6,5	10,83	14,35	3,46	62,8

Fonte: Proprio autor.(2023)



Imagem 1 – Conjunto de Materiais Utilizados (Fonte: Proprio autor).



Imagem 2 – Molde Cilíndrico para Concreto (Fonte: Proprio autor).

Para iniciar o procedimento, o molde, a placa e a haste foram primeiramente umedecidos. Durante o preenchimento do molde, o operador posicionou-se com os pés sobre as aletas do molde para mantê-lo estável (Imagem 3). O molde foi então preenchido em três etapas, cada uma com um terço de sua altura, e em seguida, cada camada foi compactada com 25 golpes utilizando a haste, garantindo uma distribuição uniforme.



Imagem 3 – Preenchimento do Molde (Fonte: Proprio autor).

O teste de "slump", também chamado de teste de abatimento, é uma prática comum na construção civil usada para avaliar a fluidez e a facilidade de manipulação do concreto fresco. Esse procedimento visa aferir a facilidade com que o concreto pode ser moldado e manuseado antes de adquirir sua forma definitiva através da cura. A consistência do concreto fresco é um fator crucial para assegurar a qualidade e a longevidade de uma estrutura de concreto.



Imagem 4 – Teste de Slump (Fonte: Proprio autor).

Após realizar os golpes necessários nas três camadas, foi aplicado um excesso de concreto na superfície do molde na última camada. Em seguida, o molde foi cuidadosamente retirado, sendo puxado para cima de forma constante ao longo de 10 segundos (Imagem 4). Após a remoção completa do molde, a medida do abatimento foi feita com uma trena, comparando a altura do eixo do molde com a altura do corpo desmoldado (Imagem 5).



Imagem 5 – Medição do abatimento realizado com trena
(Fonte: Proprio autor).

Feito o teste de slump, foi realizado o preenchimento dos cilindros, nove foram preenchidos com concreto e armação convencional e outros nove foram preenchidos com concreto com fibra de vidro e tela galvanizada (Imagens 6 e 7). Para o processo de concretagem, primeiro se fez necessário fazer a umidificação do cilindro, utilizando um pincel e água. Após isso, o concreto é colocado em três camadas, entre cada camada é realizados 25 golpes de abatimento para assentar o concreto e depois colocar uma nova camada. Por fim, são adicionadas as respectivas armações (Imagem 8). Após o preenchimento, toso os cilindros são deixados para secagem e após para o processo de cura.



Imagem 6 – Preenchimento do Cilindro com Concreto
(Fonte: Proprio autor).



Imagem 7 – Cilindro Preenchido com Concreto
(Fonte: Proprio autor).



Imagem 8 – Comparação de Tela Galvanizada e Armação Convencional
(Fonte: Proprio autor).

Após a cura de 7 dias, os corpos de prova de fibra de vidro e tela galvanizada continham o peso médio de 3,455kg e os corpos de prova com armação convencional continham peso médio de 3,640kg. Já com a cura de 14 dias, os corpos de prova de fibra de vidro e tela galvanizada apresentaram peso médio de 3,455kg e os corpos de prova de armação convencional apresentaram peso médio de 3,569kg. Por fim, os corpos de prova de fibra de vidro e tela galvanizada e armação convencional, apresentaram, respectivamente, peso médio de 3,432kg e 3,552kg após a cura de 21 dias.

Foi realizado o teste de compressão axial (Imagem 9) que é de extrema importância, sendo altamente preciso, econômico e de execução simples. Ele assegura a avaliação da qualidade do concreto, considerando que a carga de compressão é a mais significativa em estruturas de concreto. Essa avaliação de resistência é essencial para determinar o valor real da resistência da mistura de concreto produzida e, ao mesmo tempo, para manter a conformidade e a qualidade de acordo com as diretrizes da NBR 5739 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) de 2007.



Imagem 9 – Teste de Compressão Axial
(Fonte: Proprio autor).

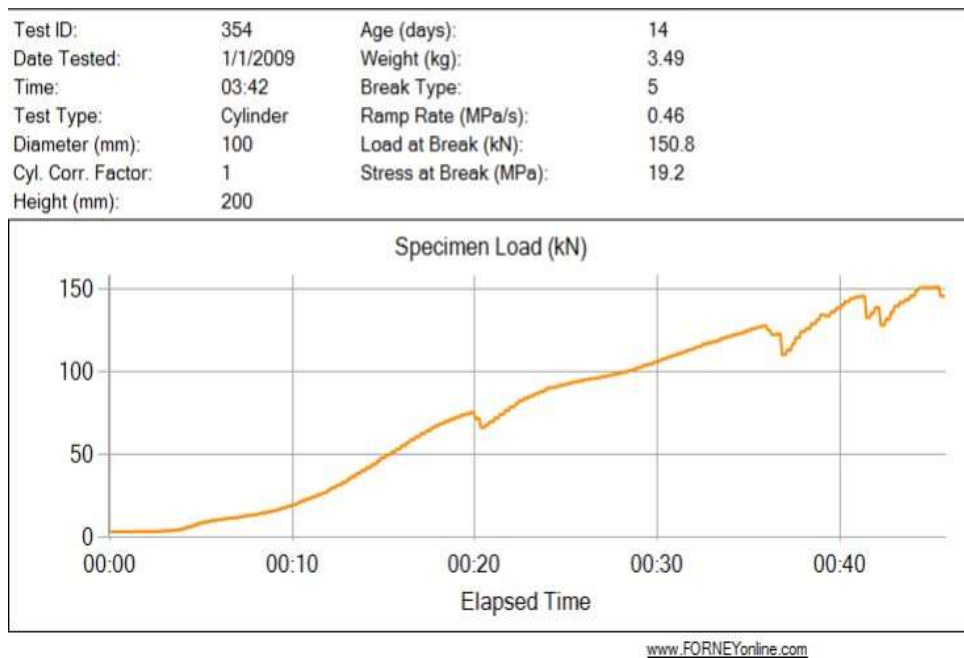


Imagem 10 – Corpo de Prova Após Ensaio de Compressão Axial
(Fonte: Proprio autor).

Após o teste de compressão, os corpos de prova de apresentara um padrão de rompimento, onde os corpos de prova com fibra de vidro e tela galvanizada apresentavam rachaduras e quebras na parte superior do corpo de prova, já os que foram realizados com armação convencional apresentavam rachaduras e quebras na parte inferior.

Resultados e Discussão:

No gráfico 1 pode-se ver o exemplo de um resultado obtido no ensaio de compressão axial do corpo de prova de fibra de vidro e tela galvanizada, com idade de 14 dias, onde mostra informações importantes como peso de 3,49 kg, a carga máxima suportada até o rompimento do corpo de prova que foi de 150,8 kN e o Mpa atingido de 19,2. Todos os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de compressão na mesma máquina e apresentaram resultados significativos que serão apresentados com detalhes na Tabela 2, nos resultados.



Fonte: Proprio autor.(2023)

Gráfico 1 – Resultado de Compressão Axial Gerado pela Máquina.

Portanto, a leitura do gráfico 1 se dá pela relação da carga em kN exercida no corpo de prova (no eixo Y) e o tempo que o teste durou até a ruptura (no eixo X), como outras informações como a idade do corpo de prova denominado como *age*, no exemplo

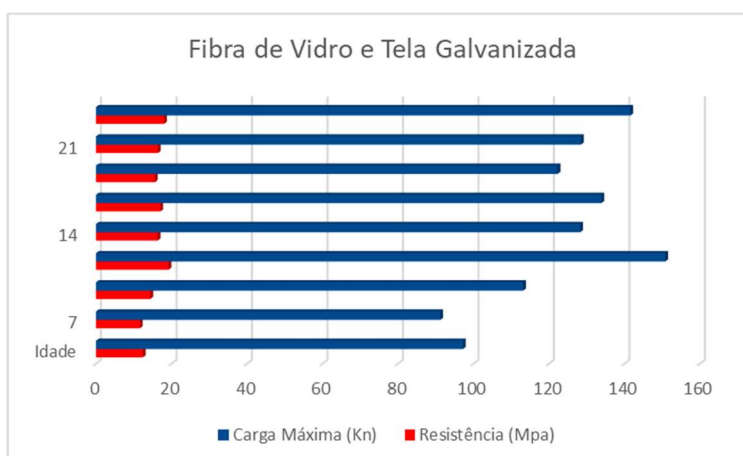
é de 14 dias, o peso denominado por *weight* que foi de 3,49 kg, também a carga máxima exercida no teste em Kn denominada *load at break* e a resistência alcançada em Mpa, denominado como *stress at break*.

Tabela 2 – Resultado de Compressão Axial de Todos os Corpos de Prova.

Resultados da compressão axial					
Data de fabricação	04/10/2023		Mpa de fabricação		25
Material	Idade	Data de ruptura	Tensão de ruptura (MPa)	Carga de ruptura (kn)	Média
Armação convencional	7	11/10/2023	13,76	108,1	16,10
			17,48	137,3	
			17,06	134,05	
	14	19/10/2023	16,93	133	18,85
			21,15	166,1	
			18,47	145,05	
21	26/10/2023	20,06	157,55	20,16	
		20,86	163,8		
		19,57	153,75		
Fibra de vidro + tela galvanizada	7	11/10/2023	12,38	97,2	12,80
			11,61	91,2	
			14,4	113,15	
	14	19/10/2023	19,2	150,8	17,52
			16,33	128,25	
			17,04	133,9	
21	26/10/2023	15,57	122,3	16,65	
		16,35	128,45		
		18,02	141,55		

Fonte: Proprio autor.(2023)

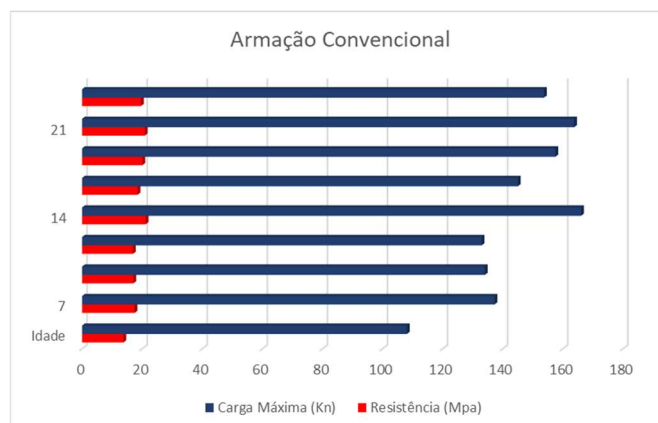
Na Tabela 2, é possível notar que os corpos de prova incorporando tela galvanizada e fibra de vidro ao concreto apresentaram desempenho positivo, considerando as falhas ocorridas aos 7 e 14 dias, as quais demonstraram um aumento de resistência de 36,8%. Contudo, no teste de ruptura aos 21 dias, não houve um aumento na resistência; ao contrário, houve uma diminuição em comparação com as idades anteriores, quando comparados aos corpos de prova com armação convencional.



Fonte: Proprio autor.(2023)

Gráfico 2 – Resultado Armação Convencional

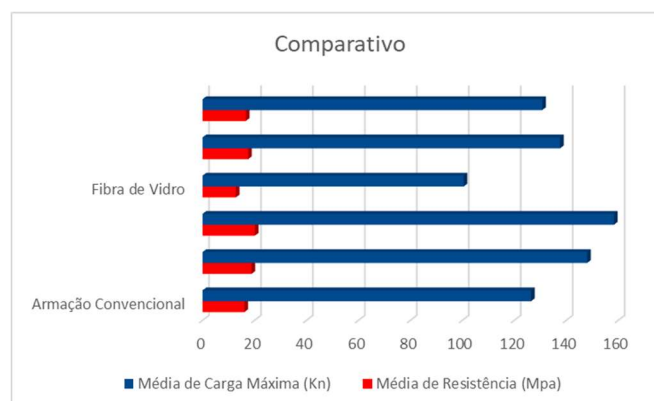
No Gráfico 2, nota-se que a armação convencional demonstrou uma resistência superior e alcançou uma carga máxima maior na ruptura de um dos corpos de prova com 14 dias de idade. Entretanto, ao examinar a Tabela 2, que apresenta a média dos valores dos três corpos de prova, é possível observar que, de maneira geral, os corpos de prova com 21 dias exibiram um padrão superior entre os três, sendo, portanto, considerados mais resistentes.



Fonte: Proprio autor.(2023)

Gráfico 3 – Resultado Armação com Fibra de Vidro e Tela Galvanizada.

No contexto da armação com fibra de vidro e tela galvanizada, nota-se no Gráfico 3 que também se evidencia uma resistência e carga máxima maior em um dos corpos de prova com 14 dias de idade. No entanto, em contraste com a armação convencional, ao examinar a média, calculada a partir dos valores de três corpos de prova de cada idade, verifica-se que a cura de 14 dias resulta em uma média de resistência superior àquela obtida com 21 dias. Isso justifica a consideração da armação convencional como mais resistente.



Fonte: Proprio autor.(2023)

Gráfico 4 – Comparativo da Média dos Gráficos 2 e 3.

Por último, conforme evidenciado no Gráfico 4, a obtenção da resistência de 25 MPa não foi alcançada no período de 21 dias do estudo. No entanto, os dados obtidos sugerem que seria viável atingir essa resistência ao completar 25 dias de idade.

Conclusões

Apesar dos corpos de prova apresentarem boa resistência, a armação convencional ainda se mostra mais resistente, sendo uma escolha mais econômica, prática de se realizar e ainda apresentar uma resistência mais segura.

Comparando os parâmetros de resultados, os dois sistemas de corpos de prova apresentaram um bom ganho de resistência ao longo do tempo, porém não se apresentou plausível considerando o sistema de estacas com fibra de vidro e tela galvanizada, visto que, o ganho de resistência foi um fator primordial para que o trabalho alcançasse o objetivo pretendido. Uma vez que, a resistência dos corpos de prova de fibra de vidro e tela galvanizada não conseguiu superar e tão pouco chegar próximo a resistência do concreto convencional o mesmo se tornou um sistema ineficaz para determinado fim de execução que exigisse a resistência de 25 Mpa na compressão axial.

Porém não se destaca da ideia desse sistema ser testado e utilizados para projetos de menor complexidade ou para aplicação em outros meios da construção civil, já que não foram testadas e nem trabalhadas as suas características físicas em outros métodos, seja ele a flexão, torção etc.

Desta forma, deixa-se em aberto o presente trabalho para ser utilizado como referência para estudos e testes para outras diversas finalidades dentro da construção civil.

Referências bibliográficas

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações. Primeira edição . ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. v. Volume 1.

DANZIGER, Bernadete Ragoni; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações em Estacas. Primeira edição . ed. Rio de Janeiro: Arte & Ideia, 2021.

GUIMARÃES, Diego. Fundações. Porto Alegre: Sagah educação S.A., 2018.

VERISSIMO, Cabral. Infraestrutura: Fundações Mais Utilizadas. José Vieira Cabral, 2001.

MILITITSY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. Patologias das Fundações. 2º Edição . ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Patologia-das-fundacoes-2ed-DEG.pdf>. Acesso em: 29 out. 2023.

JUNIOR , EULER MENDES DE OLIVEIRA et al. Benefícios e particularidades do emprego de fibras no concreto para fundações. 2022. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia Civil) - UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31468/1/TCC%20-%20BENEF%C3%8DCIOS%20E%20PARTICULARIDADES%20DO%20EMPREGO%20DE%20FIBRAS%20NO%20CONCRETO%20PARA%20FUNDA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 29 out. 2023.

COSTA SILVA, Rita de Cássia da; CARDOSO, Sara Grasielle Pereira; BARBOSA, Isa Lorena Silva. Estudo do concreto reforçado com fibras de vidro. 2018. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia Civil) - UniEvangélica centro Universitário de Anápolis, [S. l.], 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/reciec/article/view/3355/1642.%20Acesso%20em:%2020/09/2023>. Acesso em: 18 out. 2023.

FALCONI, Frederico et al. Fundações: Teoria e prática. 3º Edição . ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Disponível em: http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/degustacao/fundacoes-teoria-e-pratica_deg.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

MATHEUS, Marco Antônio. Fiberglass: Aprenda fibra de vidro. Ribeirão Preto: Legis Summa LTDA, 2002. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Fibra_de_vidro/WAAPcc8VZjkC?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 2 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. NBR 5739, ABNT, 1994

JUNIOR, E. et al. BENEFÍCIOS E PARTICULARIDADES DO EMPREGO DE FIBRAS NO CONCRETO PARA FUNDAÇÕES. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31468/1/TCC%20->

%20BENEF%3%8DCIOS%20E%20PARTICULARIDADES%20DO%20EMPREG
O%20DE%20FIBRAS%20NO%20CONCRETO%20PARA%20FUNDA%3%87%3
%95ES.pdf>. Acesso em: 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto - Ensaio de
compressão de corpos-de-prova cilíndricos. NBR 5738, ABNT, 1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto - Ensaio de
compressão de corpos-de-prova cilíndricos. NBR 9479, ABNT, 1994