



## CONCRETOS ALTERNATIVOS: ESTUDO DO DESEMPENHO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE REJEITO DE COBRE REFORÇADO COM FIBRA DE AÇO

Vinicius Lemos Pereira (Bolsista/Apresentador)<sup>1</sup> – Unifesspa  
*vinicius.vlp@unifesspa.edu.br*  
Lygia Policarpio (Coordenador(a) do Projeto)<sup>2</sup> - Unifesspa  
*lpolicarpio@unifesspa.edu.br*

**Agência Financiadora:** UNIFESSPA/PNAES, FAPESPA ou CNPq

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Materiais de Construção Civil (Reaproveitamento de Resíduos)

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por bens minerais conduz ao aumento significativo da quantidade de rejeitos produzidos, os quais superam a quantidade de minérios de valor econômico produzidos. O beneficiamento de uma tonelada do minério de cobre gera 90% de resíduos do montante total (SOARES, 2010).

O rejeito de minério de cobre apresenta granulometria muito semelhante a da areia natural, onde 95,79% do rejeito exibe granulometria de faixa arenosa, com apenas 4,51% de material siltoso. Além disso, os minerais encontrados na composição mineralógica do rejeito também se assemelham à areia, como o quartzo e magnetita, além de apresentar minerais mais resistentes como o clinocloro, actinolita e albita (PEREIRA, 2020).

A adição de fibras de aço na matriz do concreto ajuda a reduzir a fragilidade principalmente dos concretos de alta resistência, dessa maneira reduz o aparecimento de micro rachaduras e macro rachaduras. Mas, as fibras de aço agem como prendedores de rachaduras e não como inibidores de rachaduras. A resposta do concreto com adição de fibra de aço em relação a resistência à tração e à compressão é similar, pois aumenta principalmente a tenacidade e a ductilidade pós pico. O aumento do teor de fibras de aço no concreto garante o aumento da capacidade de deformação, conseqüentemente ocorre uma maior capacidade de absorção de carga do concreto na compressão axial. Adicionalmente, a distribuição das fibras na matriz do concreto é realizada de maneira aleatória, uma vez que, esse material não possui corpo contínuo semelhante as demais fibras comerciais. Porém, um fator importante a ser considerado na eficiência das fibras no concreto é a orientação delas na matriz do concreto (USMAN et al., 2019).

O concreto com fibra de aço tem sido aplicado na construção civil com o objetivo do aprimoramento das características mecânicas do concreto empregado para fins estruturais complexos. A fibra de aço provoca o aumento da resistência ao impacto, a resistência a fadiga, o controle da fissuração e o comportamento pós fissuração do concreto (RAUECKER et al, 2019).

Com isso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma nova alternativa para o reaproveitamento do rejeito de minério de cobre na indústria da construção civil, através da produção de concretos reforçados com fibras de aço. A abordagem de substituição parcial da areia por rejeito de minério de cobre busca reduzir também a exploração em massa de areia natural de rio, comumente usada como agregado miúdo na produção

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Mecânica - Professora Adjunta da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FAEC/IGE/Unifesspa).



de concreto. Dessa maneira, como consequência, deseja-se reduzir a disposição deste rejeito em barragens de retenção, colaborando com a redução de impactos gerados ao meio ambiente.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

Os materiais utilizados no programa experimental foram: cimento CP V ARI, cujas características químicas, físicas e mecânicas estão de acordo com a NBR-16697 (ABNT, 2018); rocha britada; areia natural; aditivo plastificante de alto desempenho redutor de água; fibra de aço; e rejeito de minério de cobre, este último proveniente da mina do Sossego localizada na província mineral de Carajás. Os materiais foram analisados e caracterizados para obter uma melhor qualidade na produção do concreto reforçado com fibra de aço e adição de rejeito de cobre.

A fibra de aço utilizada foi fabricada pela empresa MM Fibras para concreto® (MM, 2020) e os dados técnicos encontram-se disponíveis diretamente no site da empresa fabricante. A fibra utilizada é classificada com a finalidade de reforço de concreto, atingindo 800 Mpa de resistência mecânica por fio, com o modelo de arame de aço corrugado. Adicionalmente, para sua fabricação é utilizado o aço do tipo I ASTM A 820. As fibras apresentam as seguintes dimensões: comprimento de 40 mm, largura de 2 mm, espessura de 0,7 mm considerando mais ou menos 0,25 mm de variação, altura de 2 mm e forma 40. A Figura 1 apresenta a imagem das fibras utilizadas.

Foram elaborados dois traços diferentes de mistura para a produção de concreto reforçado com fibra de aço e adição de rejeito, sendo ambos fixados em 20% de substituição da areia por rejeito de cobre. Foi adicionado ao segundo traço 1,5% de fibra de aço, o qual foi utilizado para comparação dos resultados com o traço de referência, ambos com relação água-cimento de 0,5 e aditivo plastificante de redução de água em 2%. A discriminação das amostras em função dos teores de adição de fibra de aço e rejeito de cobre está apresentada na Tabela 1, e em seguida, a Tabela 2 apresenta as proporções em volume dos traços utilizados.

Tabela 1 – Discriminação das Amostras em função do teor de substituição e adição de fibra.

<b>Amostra</b>	<b>Rejeito (%)</b>	<b>Fibra de Aço (%)</b>	<b>Quantidade de CP's</b>
RCF 1	0	0	9
RCF 2	20	1,5	9

Tabela 2 – Proporção em volume dos traços com relação água / cimento 0,50

<b>Traço</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Cimento</b>	1,00	1,00
<b>Água</b>	0,50	0,50
<b>Agregado Graúdo</b>	2,25	2,25
<b>Agregado Miúdo</b>	1,35	1,05
<b>Rejeito de Cobre</b>	0	0,30
<b>Fibra de Aço (%)</b>	0	1,5

A fabricação dos corpos de prova seguiu as especificações da NBR 5738 (ABNT, 2015), respeitando os procedimentos de moldagem e cura, com utilização de betoneira de 120L. Após a preparação do concreto, as misturas foram compactadas manualmente em moldes de corpos de prova cilíndricos com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, os moldes foram previamente preparados com desmoldante. A compactação foi realizada com haste de adensamento conforme as dimensões especificadas. Logo após, foram curados inicialmente durante 24h ao ar e finalmente imersos em água saturada em cal, para serem ensaiados com período

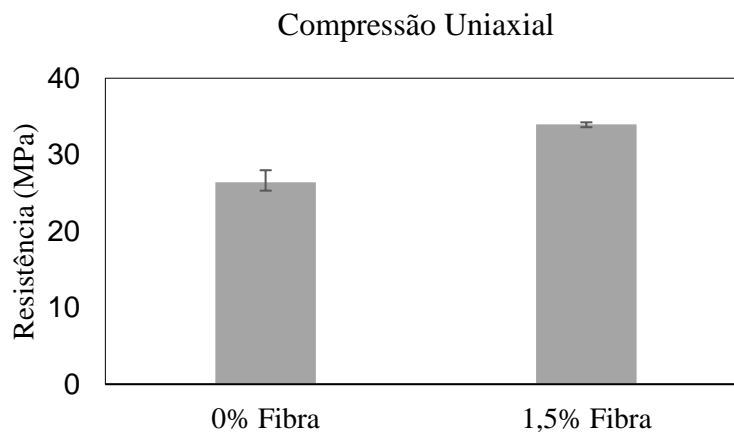
correspondente a 28 dias de cura. Os corpos de prova foram testados quanto a sua resistência a compressão uniaxial após 28 dias de cura.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para determinação da resistência à compressão uniaxial de todos os corpos de prova com diferentes porcentagens de adição de fibra de aço foram seguidas as especificações da NBR 5739 (ABNT, 2018), que determina as condições de realização dos ensaios em corpos prova cilíndricos. Para realização do ensaio, os corpos de prova foram centrados rigorosamente em relação ao eixo de carregamento, e seguiram com aplicação de carregamento constante. No total 3 corpos de prova de cada traço foram ensaiados.

Os resultados de resistência a compressão uniaxial obtidos nos testes mecânicos apresentaram um significativo aumento na resistência do concreto com rejeito reforçado com fibra de aço, em relação a mistura de controle. O ganho de resistência aos 28 dias de cura foi de 28,54%, conforme apresentado pela Figura 1.

Figura 1 – Resultados de resistência a compressão uniaxial aos 28 dias de cura.



### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo estudar uma nova alternativa para o reaproveitamento do rejeito de minério de cobre na indústria da construção civil, por meio da produção de concretos reforçados com fibras de aço.

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que tanto o concreto com substituição de 20% de areia por rejeito de minério de cobre (traço de referência), quanto o traço com adição de 1,5% de fibra de aço, apresentaram resultados satisfatórios no que se refere às avaliações mecânicas realizadas. Desta forma, é possível dizer que, considerando esse aspecto, pode existir viabilidade técnica para a fabricação de concreto com substituição parcial de areia por rejeito de cobre com adição de fibra de aço.

### REFERÊNCIAS (Conforme ABNT)

MM FIBRAS PARA CONCRETO, São José - SC, 2020. Disponível em: <https://mmfibras.com.br/tipos-de-fibra/>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16697**: cimento portland: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738**: concreto: procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.



The banner features a light green background with several circular icons: a lightbulb, a magnifying glass, a smartphone, a Wi-Fi symbol, a laptop, and a search icon. The text is centered and includes the event title, subtitle, dates, and platform information.

# VI Seminário de Iniciação Científica

*Pesquisa na Amazônia: Novos cenários*

📅 27 a 29 de Outubro de 2020  
📍 On-line pela plataforma Google Meet

UNIFESSPA | PROPIT

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739**: concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

PEREIRA, V. L. A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil 4. Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas de Argamassas com Adição de Rejeito de Minério de Cobre da Província Mineral de Carajás.. In: \_\_\_\_\_. A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil 4. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. p. 1-388-416.

RAUECKER, J. C. N., et al. Uma abordagem experimental e numérica para determinação de curvas de compressão para concreto simples e reforçados com fibras de aço. **Matéria**, v. 24, n. 3, maio 2019.

SOARES, L. (2010). Barragens de Rejeitos. In: Tratamento de Minérios. 5ª Edição. LUZ, A.B., SAMPAIO, J.A. e FRANÇA, S.C.A. (Editores), CETEM/MCT, Rio de Janeiro, cap. 19, p. 831-896.

USMAN, M., et al. Axial compressive behavior of confined steel fiber reinforced high strength concrete. **Construction and Building Materials**, v. 230, p. 2-10, set. 2019.