

RETROANÁLISE DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DO UHPC: ABORDAGEM NUMÉRICA COMPUTACIONAL

Anallice de Carvalho Dinardi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Guilherme Naoto Endo (PCV/UEM), Romel Dias Vanderlei (Orientador). E-mail: rdvanderlei@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR

Engenharia Civil, Estruturas / Estruturas de Concreto.

Palavras-chave: Simulação numérica; modelos constitutivos; calibração de parâmetros.

RESUMO

As análises numéricas têm se destacado no estudo de estruturas complexas pela rapidez na obtenção de resultados, possibilidade de variar parâmetros e vantagens econômicas. Entretanto, a dependência em relação aos resultados experimentais é indispensável, tanto para validação quanto para fornecimento de dados de entrada. Ensaio de caracterização mecânica, como tração direta e compressão, são fundamentais para determinar propriedades de tensão-deformação do Concreto de Ultra-Alto Desempenho (UHPC), parâmetro crucial na definição de modelos numéricos. Pesquisas indicam que os resultados obtidos dependem da metodologia de caracterização, como formato e dimensão dos corpos de prova, tipo de ensaio e equipamentos utilizados. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar uma retroanálise dos ensaios de caracterização do comportamento à compressão do UHPC. Para isso, foi desenvolvido um modelo numérico tridimensional no software comercial Abaqus, simulando ensaios de caracterização extraídos da literatura. Os resultados numéricos de tensão-deformação obtidos no pós-processamento do programa foram comparados aos dados experimentais, permitindo avaliar a eficiência dos modelos constitutivos utilizados e contribuindo para o aperfeiçoamento da caracterização mecânica do UHPC. Dessa forma, espera-se fornecer subsídios para futuras aplicações do material em projetos estruturais, consolidando o uso de ferramentas numéricas como apoio ao desenvolvimento tecnológico na engenharia civil.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de materiais avançados tem impulsionado o uso de ferramentas computacionais na engenharia civil, especialmente para compreender o comportamento estrutural em diferentes condições de carregamento. Entre esses materiais, destaca-se o Concreto de Ultra-Alto Desempenho (UHPC), que apresenta elevada resistência mecânica e durabilidade, possibilitando novas soluções construtivas. Contudo, a caracterização de suas propriedades ainda apresenta desafios devido à ausência de padronização de ensaios e à variabilidade dos

resultados. Nesse cenário, as simulações numéricas representam um recurso eficiente para complementar os dados experimentais, permitindo análises mais detalhadas e econômicas. O presente trabalho insere-se nesse contexto ao propor a utilização de modelos computacionais como apoio ao estudo do comportamento mecânico do UHPC, buscando contribuir para a compreensão e aplicação desse material inovador em projetos estruturais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de simulações numéricas realizadas no software Abaqus/CAE, com o objetivo de avaliar o comportamento do Concreto de Ultra-alto Desempenho (UHPC) submetido a esforços de compressão. As propriedades mecânicas do material foram definidas a partir de dados experimentais disponíveis na literatura: Oliveira (2019) e Krah (2018), permitindo representar adequadamente o desempenho do UHPC em condições reais de ensaio.

Para a modelagem computacional e análise foi utilizado o software de elementos finitos ABAQUS, adotou-se o modelo constitutivo Concrete Damaged Plasticity (CDP), que possibilita a representação do comportamento não linear do concreto, considerando tanto a fissuração por tração quanto a perda de rigidez sob compressão. O corpo de prova considerado foi um cilindro de dimensões compatíveis às utilizadas em ensaios experimentais. A discretização foi realizada por meio de elementos sólidos tridimensionais (C3D8), de modo a garantir maior precisão na distribuição dos esforços internos, conforme apresentado na Figura 1.

As condições de contorno foram estabelecidas de forma a reproduzir o ensaio de compressão uniaxial, restringindo deslocamentos laterais da face inferior do corpo de prova e aplicando carregamento axial incremental sobre as superfícies do corpo de prova. O processo de simulação foi conduzido até a ruptura do material, possibilitando a obtenção da curva tensão-deformação e permitindo a análise da resposta global do modelo frente ao carregamento aplicado.

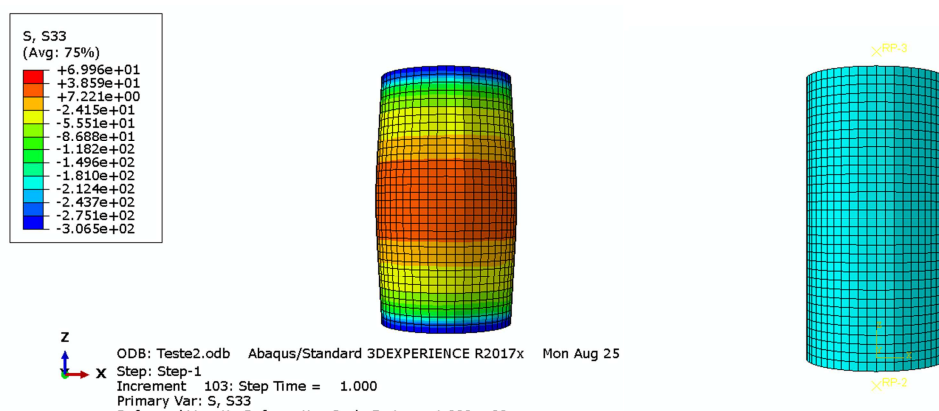


Figura 1 – Vista da simulação no Abaqus/CAE

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 compara-se essa resposta com as curvas experimentais obtidas por Oliveira (2019) e Krah (2018). Verifica-se que o modelo conseguiu reproduzir o comportamento geral do material, com crescimento inicial da resistência até o pico, seguido de uma queda gradual. Apesar disso, a curva numérica apresentou diferenças em relação aos valores absolutos de tensão e deformação, o que indica necessidade de ajustes nos parâmetros do modelo. Ainda assim, os resultados demonstram que a modelagem numérica apresenta boa aproximação qualitativa com os dados experimentais, validando a sua utilização como ferramenta de análise.

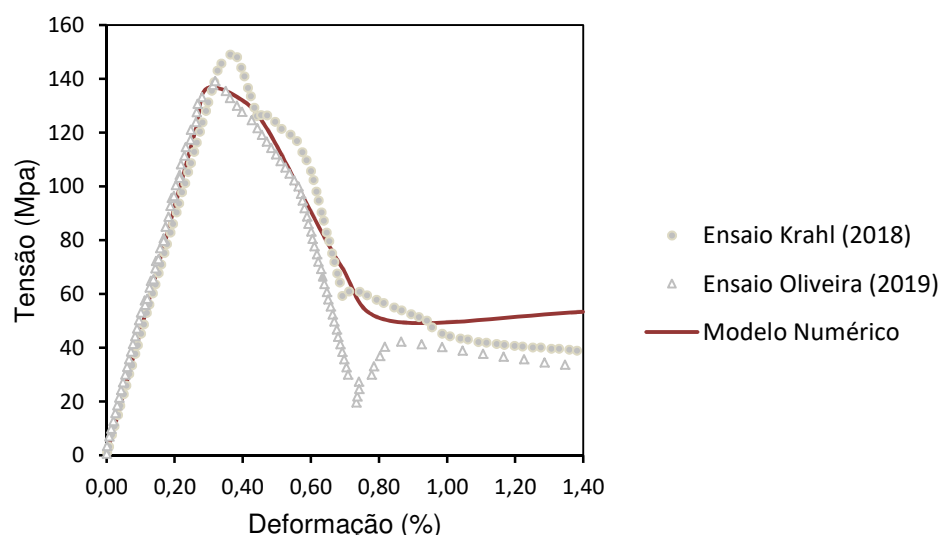


Figura 2 – Comparação entre a curva experimental e as curvas de referência

CONCLUSÕES

Esta pesquisa realizou a modelagem computacional do UHPC sob esforços de compressão utilizando o software Abaqus, com base no modelo CDP. Os resultados obtidos permitiram analisar o comportamento mecânico do material e validar o desempenho do modelo frente aos dados experimentais disponíveis. Espera-se que este estudo sirva de referência para futuras simulações e contribua para o desenvolvimento de estratégias de projeto e otimização de estruturas em UHPC.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a bolsa de iniciação científica concedida pelo CNPq para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

KRAHL, P. A. Lateral stability of ultra-high performance fiber-reinforced concrete beams with emphasis in transitory phases. 2018. Tese (Doutorado) – University of São Paulo, Engineering School of São Carlos, São Carlos, 2018.

OLIVEIRA, C. E. O. Estudo numérico e experimental da distribuição das fibras de aço em vigas UHPFRC. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.