

## AValiação DO USO DE RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DE PLACAS DE GESSO COMO MATERIAL DE ENCHIMENTO EM MISTURAS ASFÁLTICAS

GISLAINE LUVIZÃO<sup>1</sup>, KATIELE BERGAMIM<sup>2</sup>, FABIANO ALEXANDRE NIENOV<sup>3</sup>, SCHEILA LOCKSTEIN<sup>4</sup>, GABRIELA CECCON CARLESSO GRANDO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dra. em Engenharia Civil, Prof. Unoesc, Joaçaba-SC, gislaine.luvizao@unoesc.edu.br;

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil, Unoesc, Joaçaba-SC, katielebergamim@gmail.com;

<sup>3</sup>Dr. em Engenharia Civil, Prof. Unoesc, Joaçaba-SC, fabiano.nienov@unoesc.edu.br;

<sup>4</sup>Ma. em Ciência e Biotecnologia, Prof. Unoesc, Joaçaba-SC, scheila.lockstein@unoesc.edu.br;

<sup>5</sup>Doutoranda em Engenharia Civil, Prof. Unoesc, Chapecó-SC, gabriela.carlesso@unoesc.edu.br.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
06 a 09 de outubro de 2025

**RESUMO:** Este estudo avaliou o uso de resíduos da fabricação de placas de gesso como material de enchimento em misturas asfálticas, visando analisar o impacto no desempenho mecânico. Teores iniciais de 3%, 6% e 9% apresentaram baixa cobertura do ligante e comprometimento da coesão, sendo substituídos por 1,5%, 3% e 4,5%, com melhores resultados. No ensaio de resistência à tração por compressão diametral (RTCD), 3% se destacou com 1,18 MPa, associado à redução de vazios e maior compactação. Contudo, a relação de resistência à tração (RRT) evidenciou melhor desempenho com 1,5% de gesso, atingindo 99,41% e excelente resistência à umidade, enquanto 3% apresentou queda para 77,94%, indicando maior sensibilidade. Conclui-se que a adição controlada de resíduos de gesso é uma alternativa técnica e sustentável, equilibrando desempenho mecânico e durabilidade em condições úmidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gesso, Misturas asfálticas, Resíduos, MEV.

### EVALUATION OF THE USE OF WASTE FROM THE MANUFACTURE OF GYPSUM BOARDS AS FILLING MATERIAL IN ASPHALT MIXTURES

**ABSTRACT:** This study evaluated the use of gypsum board manufacturing waste as a filler in asphalt mixes, aiming to analyze its impact on mechanical performance. Initial contents of 3%, 6%, and 9% showed low binder coverage and impaired cohesion, and were replaced by 1.5%, 3%, and 4.5%, with better results. In the diametrical compression tensile strength (CDTS) test, 3% excelled at 1.18 MPa, associated with reduced voids and greater compaction. However, the tensile strength ratio (TSR) showed better performance with 1.5% gypsum, reaching 99.41% and excellent moisture resistance, while 3% decreased to 77.94%, indicating greater sensitivity. It is concluded that the controlled addition of gypsum waste is a technical and sustainable alternative, balancing mechanical performance and durability in humid conditions.

### INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a sustentabilidade na construção civil tem impulsionado a busca por alternativas que reduzam o impacto ambiental e promovam a economia circular. No setor de pavimentação, destaca-se a utilização de resíduos industriais como substitutos ou aditivos em misturas asfálticas, visando minimizar o descarte inadequado de materiais e otimizar o desempenho técnico dos pavimentos. Entre esses resíduos, os provenientes da fabricação de placas de gesso representam um desafio, tanto pelo volume gerado quanto pela destinação inadequada. Sua aplicação em misturas asfálticas surge como alternativa promissora, conciliando gestão de resíduos e possíveis ganhos em propriedades mecânicas, como resistência e durabilidade.

Embora existam estudos com outros resíduos, o uso específico de gesso ainda é pouco explorado, sobretudo em análises experimentais detalhadas. Assim, este trabalho investiga a viabilidade do reaproveitamento de resíduos de gesso em misturas asfálticas, por meio de ensaios laboratoriais comparativos com misturas convencionais.

O mercado de placas de gesso apresenta um crescimento expressivo, estimado em 16,01 bilhões de metros quadrados em 2024, com previsão de atingir 21,63 bilhões de metros quadrados até 2029, impulsionado por um CAGR de 6,19% no período (Mordor Intelligence, 2023). Segundo Maia (2023), o setor da construção civil é um dos principais responsáveis pela geração de resíduos sólidos, e a reciclagem desses materiais é essencial para reduzir impactos ambientais e fomentar a sustentabilidade. O aumento do uso de chapas de gesso acartonado (drywall) contribui significativamente para a geração de resíduos, e o descarte inadequado pode causar sérios problemas ambientais, como a emissão de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), nocivo à saúde humana e ao meio ambiente (Gouveia, 2013; Sindicato da Indústria do Gesso do Estado de Pernambuco, 2009).

A reciclagem de gesso tem se mostrado tecnicamente viável e promissora para aplicação em diferentes processos produtivos, incluindo a pavimentação asfáltica. Estudos apontam que a substituição parcial do fíler por resíduos de gesso no concreto asfáltico melhora propriedades mecânicas, como resistência à fadiga e à deformação permanente (Gouveia, 2013; Sindicato da Indústria do Gesso do Estado de Pernambuco, 2009).

Souza (2022) reforça que a adição de agregados reciclados em misturas asfálticas garante resistência e estabilidade, mesmo com suas características peculiares. Outras pesquisas exploram o uso de materiais alternativos, como o resíduo de bauxita, que melhora a resistência à desagregação e à formação de trincas (Choudharya; Kumar; Rahman, 2019), e o vidro reciclado, que preserva recursos naturais e contribui para a sustentabilidade (Sgobero, 2015; Peixoto, 2023).

A aplicação específica de resíduos de gesso em misturas asfálticas apresenta resultados expressivos. Gouveia (2013) destaca que a adição de até 20% de resíduos de gesso melhora a durabilidade, aumenta a resistência à tração e o módulo de resiliência, além de reduzir a suscetibilidade térmica, fatores essenciais para o desempenho dos pavimentos. Freitas (2010) reforça a viabilidade técnica e os benefícios para a construção civil e a gestão pública, com ganho de estabilidade nas misturas. Em escala internacional, Kuttah, Sato e Koga (2015) identificaram que misturas com 40% de gesso e bassanita atingiram máxima resistência a deformações plásticas, confirmando o potencial do material como enchimento em misturas asfálticas.

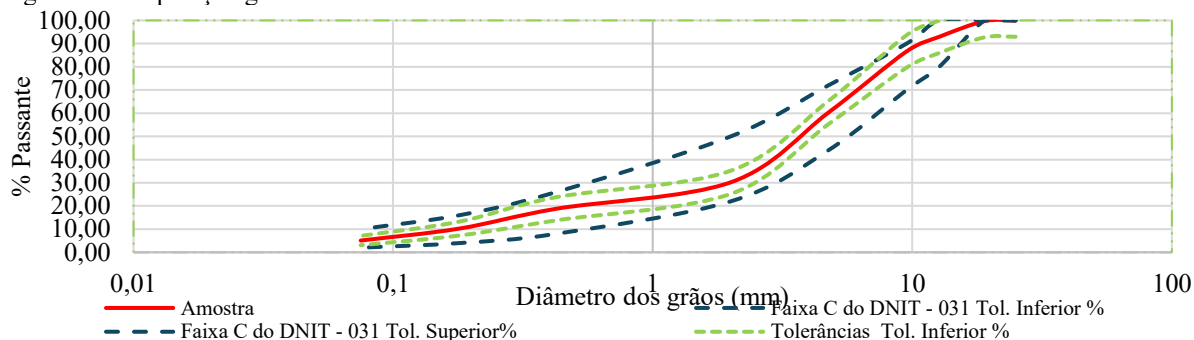
## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo utilizou materiais coletados em empresas da região do Meio-Oeste de Santa Catarina. Todos os materiais foram armazenados em condições adequadas para preservar suas características até a realização dos ensaios laboratoriais. A granulometria dos agregados foi determinada conforme a norma DNER ME 083/98, utilizando peneiras de malhas progressivas (25 mm, 19 mm, 12,7 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2 mm, 0,425 mm, 0,18 mm e 0,075 mm). Esse procedimento permitiu a classificação e a verificação da adequação dos materiais às especificações para misturas asfálticas.

A massa específica e a absorção dos agregados foram determinadas segundo diferentes normas: DNER ME 195/97 para brita 1 e pedrisco, DNER ME 081/98 para o pó de pedra e DNER ME 085/94 para o gesso. Esses ensaios foram essenciais para avaliar a densidade real dos materiais, dado que a absorção de água influencia diretamente na interação com o ligante asfáltico. O equivalente de areia do pó de pedra foi obtido com base na norma DNER ME 450/2024, com o objetivo de avaliar a presença de finos prejudiciais à mistura asfáltica. Foram realizados quatro ensaios com o ligante asfáltico: densidade (DNER ME 193/99), penetração (DNIT ME 155/2010), ponto de amolecimento (DNIT ME 131/2010) e adesividade com agregado graúdo (DNER ME 078/94). Esses testes garantiram que o ligante atendia aos requisitos para a produção das misturas asfálticas.

A composição da mistura foi definida segundo a norma DNIT 031/2006, enquadrando-se na Faixa C, conforme a Figura 1. Foram produzidos corpos de prova com teores de ligante variando entre 4% e 6%, moldados e compactados, com o objetivo de determinar o teor ótimo de ligante.

Figura 1: Composição granulométrica da mistura asfáltica.



A estabilidade das misturas foi avaliada segundo a DNER-ME 447/2024, utilizando oito corpos de prova: dois sem gesso, dois com 3%, dois com 6% e dois com 9% de adição. Observou-se, porém, má cobertura do ligante asfáltico nas amostras com maiores teores de gesso. Devido ao resultado anterior, foram moldados 24 novos corpos de prova, distribuídos em quatro grupos: 0%, 1,5%, 3% e 4,5% de gesso. Três corpos de cada grupo foram submetidos ao congelamento para o ensaio de Dano por Umidade Induzida (DUI) (DNIT 136/2018 e DNIT 180/2018), enquanto os demais foram utilizados para o ensaio de Resistência à Tração por Compressão Diametral (RTCD).

O ensaio Rice foi realizado para determinar a densidade relativa máxima medida (Gmm) das misturas, conforme a DNIT 427/2020. Paralelamente, a microestrutura das amostras foi analisada por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com aumentos de 30x, 500x e 1500x, possibilitando a avaliação da interação do gesso com o ligante.

Esses procedimentos garantiram uma análise detalhada das propriedades físicas e mecânicas das misturas asfálticas, permitindo comparar o desempenho das amostras com diferentes teores de resíduos de gesso em relação a misturas convencionais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios realizados possibilitaram a caracterização dos materiais empregados e a avaliação do comportamento das misturas asfálticas com diferentes teores de resíduos de gesso. A análise fundamenta-se em normas técnicas e comparações com estudos da literatura, destacando o impacto da adição do resíduo nas propriedades volumétricas e mecânicas.

A análise granulométrica evidenciou que os agregados atenderam às especificações para concreto asfáltico. A brita 1, com dimensão máxima de 19 mm e módulo de finura de 7,27, favorece o intertravamento e a resistência às cargas. O pedrisco (9,5 mm; 5,88) atua como elemento intermediário entre grãos e miúdos, e o pó de pedra (4,75 mm; 3,47) melhora a coesão, reduzindo os vazios. O gesso apresentou 65% de material passante na peneira nº 200, sendo classificado como filler pela DNER-ME 367/97. A Massa específica e absorção dos materiais apresentaram valores consistentes com materiais utilizados em pavimentação: brita 1 (2,79 g/cm<sup>3</sup>; 2,52% de absorção), pedrisco (2,73 g/cm<sup>3</sup>; 1,90%) e pó de pedra (2,92 g/cm<sup>3</sup>). O gesso apresentou densidade inferior (1,56 g/cm<sup>3</sup>), característica de materiais finos, o que influencia diretamente na redução da massa específica das misturas e na melhoria da compactação.

O pó de pedra apresentou um equivalente de areia de 87,34%, superior ao mínimo de 55% exigido pela DNIT 031/2006, demonstrando a qualidade do material para uso em misturas asfálticas. O CAP 50/70 atendeu aos requisitos técnicos, apresentando densidade de 1,004 g/cm<sup>3</sup>, penetração de 57 (0,1 mm) e ponto de amolecimento de 48,4 °C. Os valores de viscosidade variaram de 300 cp (135 °C) a 59 cp (177 °C), confirmando comportamento reológico adequado. A adesividade foi satisfatória, garantindo boa interação com os agregados.

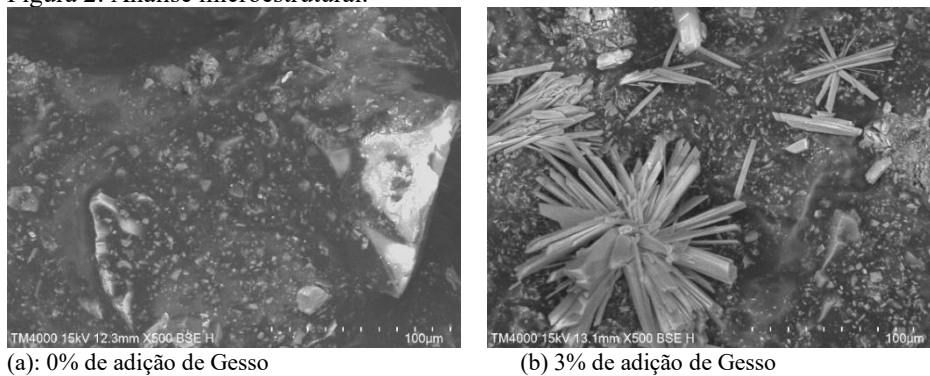
A definição do teor ótimo baseou-se na metodologia Marshall, os resultados demonstraram que a mistura atendeu aos limites normativos: VV (3–5%), RBV (65–75%) e estabilidade (>500 kgf). A

RTCD foi superior a 0,65 MPa, confirmando resistência adequada. Definiu-se 5,3% como valor final para os ensaios subsequentes, garantindo cobertura homogênea e boa trabalhabilidade.

Os resultados mostraram redução progressiva da densidade relativa máxima (Gmm) e da massa específica (*MEMm*) com o aumento do teor de gesso, variando de 2,695 g/cm<sup>3</sup> (0%) para 2,559 g/cm<sup>3</sup> (4,5%). Essa redução indica maior compactação e preenchimento de vazios, com possíveis implicações na sensibilidade à umidade.

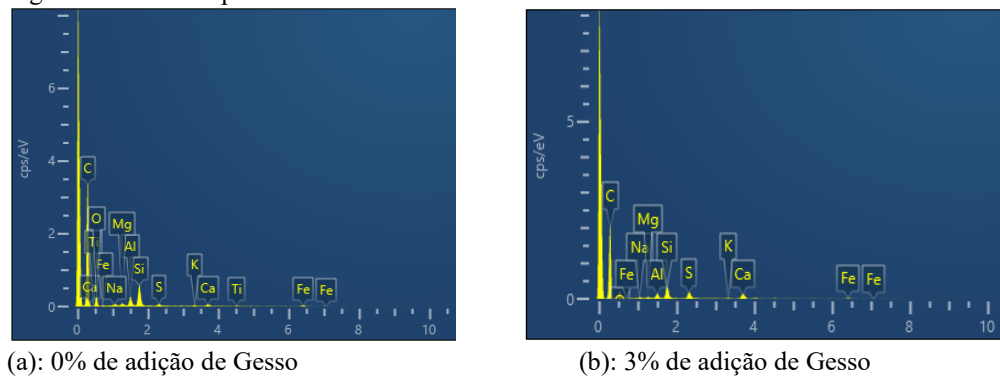
A Análise microestrutural (MEV) com base nas imagens obtidas (Figura 2) mostraram diferenças significativas: a amostra com 0% apresentou textura homogênea, enquanto com 3% evidenciou cristais distribuídos na matriz, atuando como filler e reduzindo os vazios.

Figura 2: Análise microestrutural.



Os gráficos espectrais (Figura 3) evidenciaram aumento de cálcio e enxofre com 3% de gesso, confirmando a incorporação de CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O. Essa composição reforça a coesão interna e explica o ganho de estabilidade e resistência em teores moderados.

Figura 3: Análise espectral.



A estabilidade aumentou com a adição de gesso, variando de 1.067,59 kgf (0%) a 1.261,20 kgf (9%), todos acima do mínimo exigido. Contudo, observou-se má cobertura do ligante em teores elevados, o que compromete a coesão e reduz a durabilidade. Devido à baixa cobertura do ligante em teores acima de 4,5%, os ensaios seguintes foram limitados a 0%, 1,5%, 3% e 4,5%, visando melhor desempenho mecânico e estabilidade.

A resistência à tração aumentou com a adição de gesso, atingindo 1,18 MPa com 3%. O teor de 3% foi o mais eficiente para compactação e coesão. Em 4,5%, a resistência caiu para 1,04 MPa, indicando saturação de filler. A resistência condicionada apresentou valores de 0,9 MPa (0%) e 1,02 MPa (1,5%), confirmando melhoria na coesão sob umidade. Com 3%, houve redução para 0,92 MPa, sugerindo maior sensibilidade higroscópica. O RRT foi de 93,48% (0%), atingiu 99,41% com 1,5% de gesso e caiu para 77,94% com 3%. Esses resultados indicam maior durabilidade em baixas proporções e limitação do uso em teores mais altos.

A redução de vazios com o gesso melhora a resistência em condições secas, porém aumenta a suscetibilidade à umidade em teores elevados. A função filler é positiva apenas até o limite de saturação. Os resultados indicam 3% como teor ideal para ambientes secos, com ganho significativo de resistência e compactação. Para regiões úmidas, 1,5% é o mais indicado, equilibrando coesão e durabilidade.

Os resultados corroboram Gouveia (2013), que identificou melhora mecânica com adições moderadas de gesso, mas alerta para sensibilidade à água. Freitas (2010) também ressalta a viabilidade técnica com controle rigoroso de teores. O reaproveitamento do gesso como filler reduz impactos ambientais e contribui para a economia circular, desde que controlado para evitar perda de desempenho em campo. A definição do teor de gesso deve considerar condições ambientais: 1,5% para regiões chuvosas e 3% para ambientes secos, garantindo desempenho e durabilidade.

## CONCLUSÃO

A análise integrada dos ensaios RICE, MEV, Estabilidade e RTCD demonstrou que a adição de resíduos de gesso em misturas asfálticas influencia diretamente suas propriedades volumétricas e mecânicas. A redução da densidade relativa máxima e dos vazios observada no ensaio RICE, associada à formação de cristais de gesso evidenciada no MEV, confirma o papel do resíduo como filler, melhorando a compactação e a coesão interna. Os resultados de estabilidade mostraram aumento progressivo da resistência com o acréscimo de gesso, especialmente até 3%, mas a cobertura inadequada do ligante em teores elevados comprometeu a durabilidade e indicou a necessidade de limitar sua utilização.

No RTCD, 3% de gesso apresentou o melhor desempenho em condição seca, atingindo 1,18 MPa, enquanto em ambiente úmido a sensibilidade à água tornou-se evidente, com RRT reduzido para 77,94%. Já o teor de 1,5% mostrou-se mais estável em condições úmidas, com RRT de 99,41%. Assim, teores de até 3% são indicados para regiões secas, enquanto 1,5% é recomendado para áreas com alta umidade. Conclui-se que a incorporação controlada de resíduos de gesso é tecnicamente viável e sustentável, desde que respeitados os limites de aplicação para garantir a durabilidade dos pavimentos.

## AGRADECIMENTOS

FAPESC por meio do programa de fomento MultiLab.

## REFERÊNCIAS

- Mordor Intelligence. Gypsum board market – growth, trends, and forecast. 2023. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/gypsum-board-market>.
- Gouveia, Fernanda. Uso de resíduos de gesso na pavimentação asfáltica: estudo experimental. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wpcontent/uploads/teses/D13-3A-Fernanda-Gouveia.pdf>.
- Maia, Ornella Veronica Tonelli. Circulação no processamento de resíduos de construção e demolição: um estudo de caso. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2023.
- Souza, Isabella de Oliveira. Influência da adição de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil em um concreto asfáltico. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia, Goiânia, 2022.
- Choudhary, Jayvant; Kumar, Brind; Gupta, Ankit. Performance evaluation of bauxite residue modified asphalt concrete mixes. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/19648189.2019.1691662>.
- Sgobero, Jéssica Bellanda; Análise do estudo com mistura de concreto asfáltico denso com resíduos de vidro. Universidade Cesumar, 2024. Disponível em: [URL, se disponível].
- Freitas, Rodrigo Dias. Efeitos da adição de resíduos de gesso da indústria da construção nas propriedades mecânicas do concreto asfáltico usinado a quente. Dissertação – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- Kuttah, Dina Kamal; Sato, Kenichi; Koga, Chikashi. Evaluating the dynamic stabilities of asphalt concrete mixtures incorporating plasterboard wastes. *International Journal of Pavement Engineering*, 2015.