

Eduardo Pasche, Fernando Dekeper Boeira, Gustavo Menegusso Pires,  
Luciano Pivoto Specht

UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul, DCEEEng - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, 98700-000 Ijuí/RS

### Introdução

Os pavimentos asfálticos brasileiros tem tido seu desempenho afetado em situações onde é elevado o volume de veículos e excesso de cargas, causando deterioração prematura em consequência aumento nos custos dos transportes. Devido à importância, os pavimentos merecem uma atenção quanto aos estudos de sua vida útil. Uma das soluções é o uso de asfaltos modificados por polímero; esta adição traz vários benefícios aos ligantes asfálticos, como redução da suscetibilidade térmica e aumento da ductilidade, proporcionando estabilidade em altas temperaturas e reduzindo o risco de fratura em baixas temperaturas, além de contribuir para melhor resistência ao intemperismo e melhor adesão ligante/agregado, em contrapartida possuem custos muito elevados, dificuldades de incorporação na mistura. Outra solução que vem sendo muito utilizada é a incorporação de cal em misturas asfálticas, que além de melhorar a adesividade agregado-ligante e enrijecer o ligante asfáltico a própria mistura retarda o trincamento e altera favoravelmente a cinética da oxidação e interage com produtos da oxidação, reduzindo seus efeitos deletérios. O alvo da pesquisa é avaliar os efeitos da adição de diferentes teores de cal em misturas de CA, quanto a ensaios para avaliar características mecânicas e de adesividade.

### Metodologia

Para utilização nesse estudo, foram utilizados dois tipos de cales, uma dolomítica produzida no estado do Rio Grande do Sul, outra calcítica provinda esta do estado de Minas Gerais, nos teores de 1% e 2% em massa da mistura asfáltica. Foram dosadas, através da metodologia Marshall, cinco tipos de misturas diferentes em concreto asfáltico: REFERÊNCIA; 1% CAL CALCÍTICA; 1% CAL DOLOMÍTICA; 2% CAL CALCÍTICA; 2% CAL DOLOMÍTICA. Então foram realizados ensaios para verificação do comportamento mecânico e quanto a adesividade (Metodologia Lottman Modificada, Cantabro, Resistência a Tração por Compressão Diametral e Módulo de Resiliência). Foram moldados um total de 155 corpos de provas, sendo destes 75 para dosagem Marshall, 40 pra Lottman modificada, 20 para o ensaio Cantabro e 20 para os ensaios de Mr/Rt. Os ensaios de Lottman, do Marshall e de Resistência a Tração foram realizados no laboratório de Engenharia Civil da UNIJUI, sendo os de Cantabro e os de Módulo de Resiliência no LAPAV na UFRGS.

### Resultados

A moldagem Marshall apresentou os seguintes resultados para o teor de ligante de cada mistura, REFERÊNCIA; 5,65% CAL CALCÍTICA 1%; 5,4% CAL DOLOMÍTICA 1%; 5,5% CAL CALCÍTICA 2%; 5,55% e CAL DOLOMÍTICA 2%, 5,5%. Para o ensaio de Resistência a Tração, obtiveram os seguintes resultados: REFERÊNCIA; 1,30 Mpa CAL CALCÍTICA 1%; 1,44 Mpa CAL DOLOMÍTICA 1%; 1,52 Mpa CAL CALCÍTICA 2%; 1,35 Mpa e CAL DOLOMÍTICA 2%, 1,46 Mpa. No ensaio de Módulo de Resiliência obtivemos os seguintes valores: REFERÊNCIA; 3742 MPa CAL CALCÍTICA 1%; 3872 MPa CAL DOLOMÍTICA 1%; 3828 MPa CAL CALCÍTICA 2%; 3707 MPa e CAL DOLOMÍTICA 2%, 3625 Mpa. Na relação Mr/Rt obtivemos os seguintes valores: REFERÊNCIA; 2869 MPa CAL CALCÍTICA 1%; 2697 MPa CAL DOLOMÍTICA 1%; 2517 MPa CAL CALCÍTICA 2%; 2745 MPa e CAL DOLOMÍTICA 2%, 2486 Mpa. Em relação ao Cantabro obtivemos os seguintes valores: REFERÊNCIA; 6,91% CAL CALCÍTICA 1%; 4,62% CAL DOLOMÍTICA 1%; 4,17% CAL CALCÍTICA 2%; 3,93% e CAL DOLOMÍTICA 2%, 4,24%, todos os valores em porcentagem de perda de massa. Já no ensaio de Lottman, foram usados dois grupos de corpos de prova, e os valores de RRT (Resistência Retida a Tração) foram para REFERÊNCIA; 96% CAL DOLOMÍTICA 1%; 72% CAL CALCÍTICA 1%; 100% CAL DOLOMÍTICA 2% 81% e CAL CALCÍTICA 2% 97%.

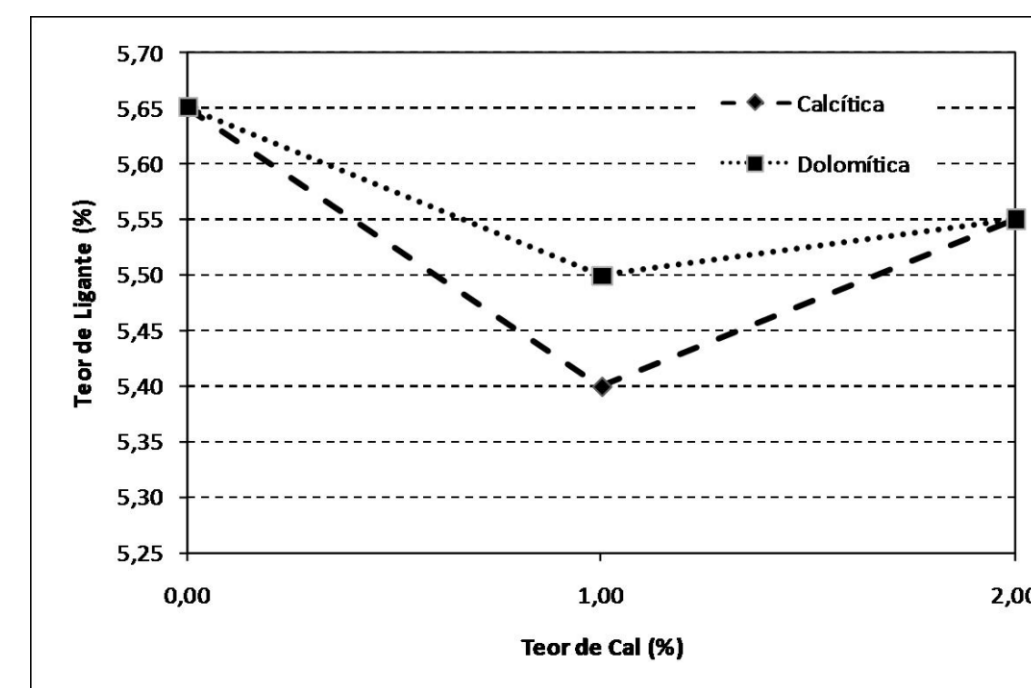


Figura 1: Resultados da dosagem Marshall

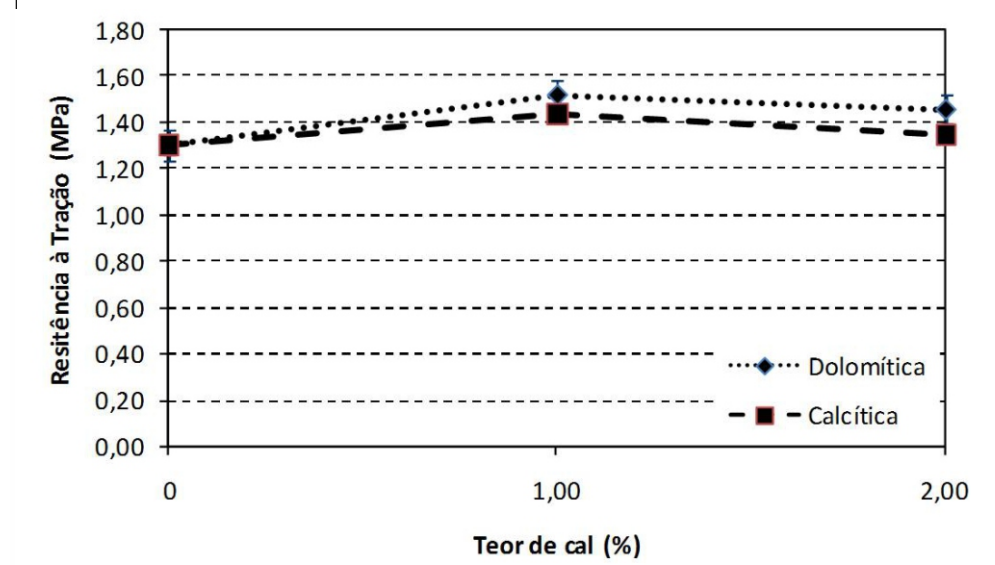


Figura 2: Resultados da Resistência à Tração

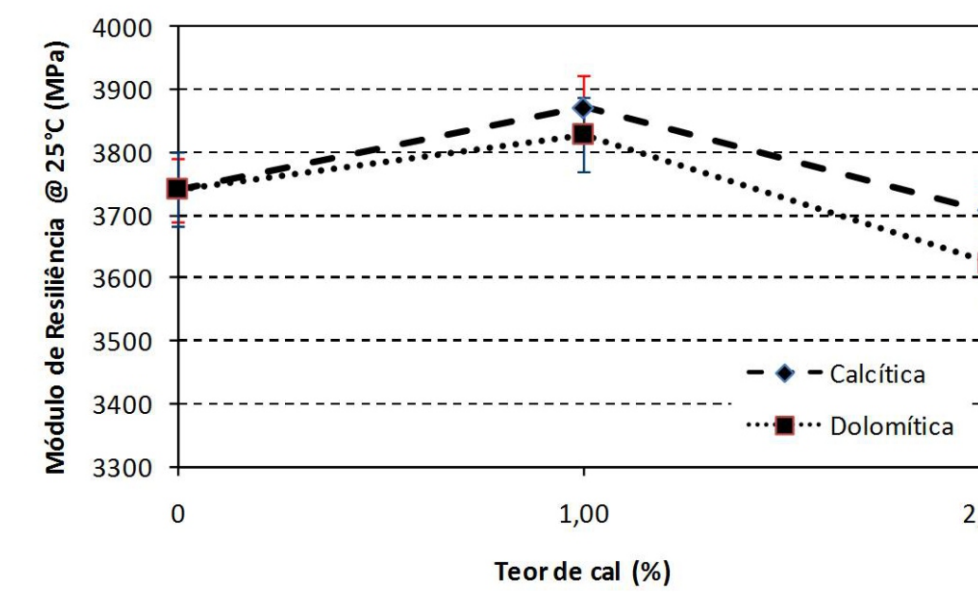


Figura 3: Resultados do Módulo de Resiliência

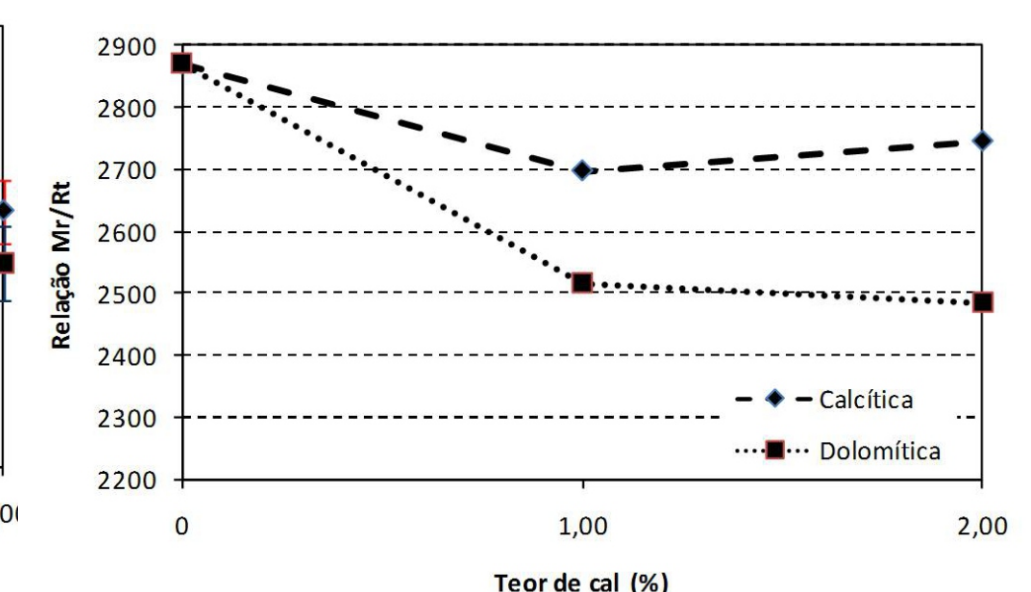


Figura 4: Resultados da Relação Mr/Rt

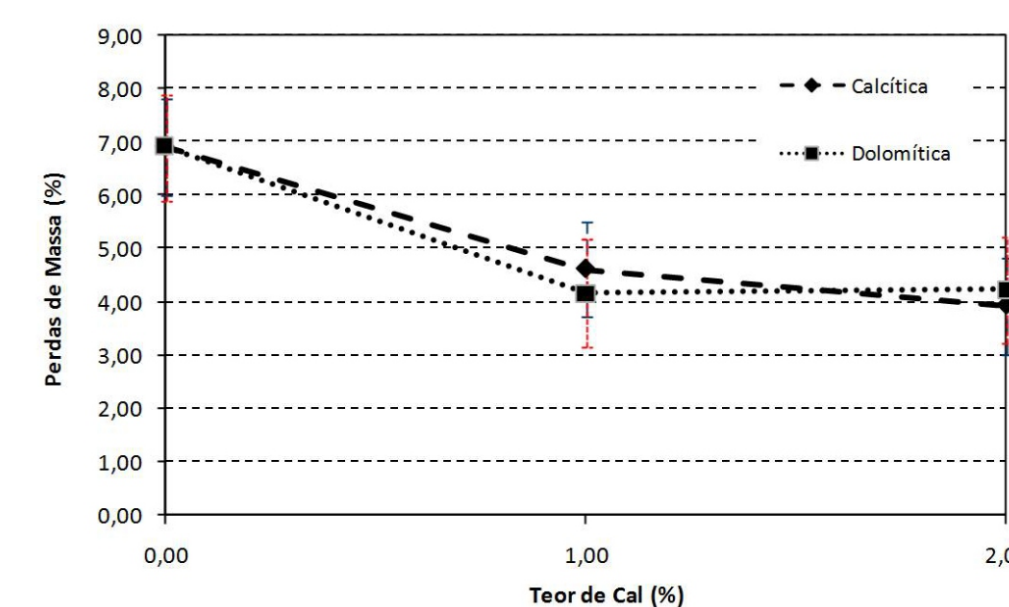


Figura 5: Resultados da Perda de Massa

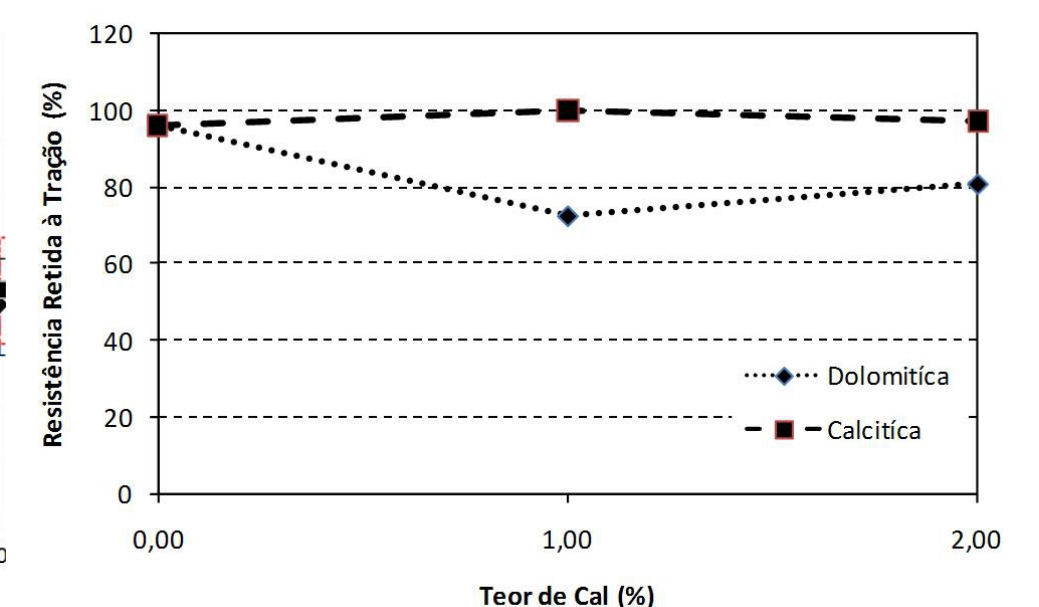


Figura 6: Resultados da Resistência Retida à Tração

### Conclusões

Na moldagem Marshall pode-se perceber que a cal exerce uma influência positiva nas misturas, visto que ambas as misturas com cal apresentaram redução do teor de ligante. No ensaio de Resistência à Tração nota-se que mesmo com a redução no teor de ligante às mesmas não perderam Resistência à Tração, o que demonstra que a cal é um filler ativo, o qual age de uma forma muito positivamente entre o agregado e o ligante. No ensaio de Módulo de Resiliência percebemos que ambas as misturas com 1% de cal obtiveram um acréscimo em relação a mistura de Referência, já as misturas com 2% de cal obtiveram um decréscimo em relação à Referência. Na relação entre Mr/Rt, foi percebido que a adição das cales nas misturas reduz a relação entre o Módulo de Resiliência e a Resistência à Tração, ficando assim os menores valores com a mistura Dolomítica. No ensaio de desgaste (Cantabro), as misturas com elevado teor de ligante têm uma tendência de obter os menores valores, mas percebe-se que aumentando o teor de cal o valor da perda de massa diminui. No ensaio de Lottman, constatamos que as misturas com 1% e 2% Calcítica obtiveram os melhores desempenhos seguidos da Referência, observa-se que as misturas com cales de baixo teor de hidróxido de cálcio são as mais afetadas. Podemos confirmar então após os resultados obtidos, que as cales influenciam diretamente na mistura asfáltica, melhorando significativamente ambas as misturas.

### Agradecimentos

Agradecemos ao MEC-SESU pela bolsa PET