

AValiação Mecânica de Agregados de Cascalheiras e Pedreiras para Aplicação em Vias Vicinais

**MECHANICAL ASSESSMENT OF AGGREGATES FROM GRAVEL PITS AND
QUARRIES FOR APPLICATION IN RURAL ROADS**

Ciências Exatas e da Terra • 01/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/780266632](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/780266632)

Rodrigo Limana Salla¹

Gislaine Luvizão²

Helena Paula Nierwinski³

RESUMO

As vias vicinais desempenham papel fundamental no desenvolvimento econômico e social de regiões rurais, sendo amplamente utilizadas para o escoamento da produção agrícola e deslocamento da população. Nesse contexto, a qualidade dos agregados empregados na manutenção dessas vias influencia diretamente seu desempenho e durabilidade. O presente estudo avaliou mecanicamente agregados provenientes de cascalheiras e pedreiras localizadas nos municípios de Joaçaba e Herval d'Oeste, Santa Catarina, visando verificar sua adequação para aplicação em vias vicinais. Foram realizados ensaios de granulometria, absorção, massa específica, abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento, além de análises de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas dos materiais. Os resultados indicaram que todas as amostras atenderam aos limites estabelecidos pelas normas para utilização em vias vicinais. Observou-se que agregados com maior absorção apresentaram maiores perdas de massa nos ensaios mecânicos, evidenciando a influência da porosidade no desempenho dos materiais. Também foi identificada tendência de relação entre a altitude das jazidas e a resistência mecânica dos agregados. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade do uso dos materiais avaliados em obras de infraestrutura viária da região estudada.

Palavras-chave: Abrasão Los Angeles; Agregados; Esmagamento; Estradas vicinais; Treton.

ABSTRACT

Rural roads play an essential role in the economic and social development of rural regions, being widely used for agricultural transportation and population mobility. In this context, the quality of aggregates employed in the maintenance of these roads directly

influences their performance and durability. This study mechanically evaluated aggregates obtained from gravel pits and quarries located in the municipalities of Joaçaba and Herval d'Oeste, Santa Catarina, Brazil, aiming to verify their suitability for application in rural roads. Grain size distribution, water absorption, specific gravity, Los Angeles abrasion, Treton impact, and crushing resistance tests were performed, in addition to correlation analyses between the physical and mechanical properties of the materials. The results indicated that all samples met the specification limits required for use in rural roads. Aggregates with higher water absorption presented greater mass losses in the mechanical tests, demonstrating the influence of porosity on material performance. A tendency of relationship between deposit altitude and aggregate mechanical resistance was also identified. The obtained results demonstrate the feasibility of using the evaluated materials in road infrastructure works within the studied region.

Keywords: Aggregates; Crushing resistance; Los Angeles abrasion; Rural roads; Treton test.

1. INTRODUÇÃO

As vias vicinais desempenham papel fundamental no desenvolvimento econômico e social de regiões rurais, sendo responsáveis pelo escoamento da produção agrícola, transporte escolar e deslocamento da população aos serviços essenciais. Apesar de sua importância, grande parte dessas vias apresenta condições inadequadas de trafegabilidade, associadas principalmente à deficiência de drenagem, baixa capacidade de suporte do subleito e utilização inadequada de materiais granulares em sua execução e manutenção (Santos *et al.*, 1988; Piovesan e Zago, 2009).

Os agregados utilizados em revestimentos primários, bem como em camadas de base e sub-base de pavimentos, devem apresentar propriedades físicas e mecânicas compatíveis com as solicitações impostas pelo tráfego e pelas condições ambientais. Entre as principais características desejáveis destacam-se elevada resistência ao desgaste, baixa absorção de água, adequada resistência ao impacto e resistência ao esmagamento, fatores diretamente relacionados à durabilidade e ao desempenho estrutural das vias (Bernucci *et al.*, 2008; Balbo, 2007). Estudos recentes destacam ainda que propriedades físicas, como porosidade, absorção e massa específica, exercem influência significativa sobre o comportamento mecânico dos agregados e sua susceptibilidade à degradação (Esfahani, Kamani e Ajalloeian, 2019; Li *et al.*, 2025).

As propriedades mecânicas dos agregados estão diretamente relacionadas à composição mineralógica, ao grau de alteração intempérica e aos processos de extração e beneficiamento das jazidas. Agregados com elevada porosidade tendem a apresentar maiores índices de absorção e menor resistência mecânica, refletindo em maiores perdas de massa durante ensaios de abrasão e impacto. Wu, Parker e Kandhal (1998) destacam que a resistência ao desgaste e à fragmentação constitui parâmetro fundamental para o desempenho de materiais empregados em infraestrutura viária.

Entre os ensaios mais empregados para avaliação da resistência mecânica de agregados destacam-se os ensaios de abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento. Esses ensaios permitem avaliar o comportamento dos materiais frente às solicitações de abrasão, impacto e compressão, sendo amplamente utilizados na seleção de agregados para obras

rodoviárias (DNER, 1998; DNER, 1998). Pesquisas recentes reforçam a importância desses parâmetros para avaliação da durabilidade e desempenho de materiais granulares aplicados em pavimentação e estradas não pavimentadas (Subedi *et al.*, 2025; Santos *et al.*, 2025).

Na região Meio-Oeste do estado de Santa Catarina, a utilização de agregados provenientes de cascalheiras e pedreiras é amplamente difundida na manutenção de vias vicinais. Entretanto, muitas dessas jazidas são exploradas sem avaliações sistemáticas de suas propriedades físicas e mecânicas, o que pode comprometer o desempenho das vias e aumentar os custos de manutenção. Além disso, estudos regionais envolvendo a comparação do desempenho mecânico desses materiais ainda são limitados, especialmente considerando a variabilidade geológica das jazidas locais.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar mecanicamente agregados provenientes de cascalheiras e pedreiras localizadas nos municípios de Joaçaba e Herval d'Oeste, Santa Catarina, visando verificar sua adequação para utilização em vias vicinais. Para isso, foram realizados ensaios de granulometria, absorção, massa específica, abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento, buscando estabelecer relações entre as propriedades físicas dos agregados e seu desempenho mecânico.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa envolveu a coleta de agregados provenientes de cascalheiras e pedreiras localizadas na região Meio-Oeste do estado de Santa Catarina, seguida da realização de ensaios de caracterização física e avaliação mecânica

dos materiais. Foram executados ensaios de granulometria, massa específica, absorção, abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento, visando analisar o desempenho dos agregados para aplicação em vias vicinais. Além disso, foram realizadas análises estatísticas e de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas dos materiais avaliados.

2.1. Área de Estudo e Coleta das Amostras

Os agregados utilizados nesta pesquisa foram coletados em jazidas localizadas nos municípios de Joaçaba e Herval d'Oeste, região Meio-Oeste do estado de Santa Catarina. Foram amostradas dez cascalheiras, identificadas como C1 a C10, e duas pedreiras, identificadas como P1 e P2. A localização dos pontos de coleta está apresentada na Figura 1, enquanto as coordenadas geográficas e altitudes das jazidas encontram-se descritas na Tabela 1.

As amostras foram coletadas diretamente nas jazidas de forma representativa, seguindo os procedimentos recomendados pelas normas aplicáveis aos ensaios laboratoriais realizados. Após a coleta, os materiais foram acondicionados e encaminhados ao laboratório para realização dos ensaios de caracterização física e avaliação mecânica.

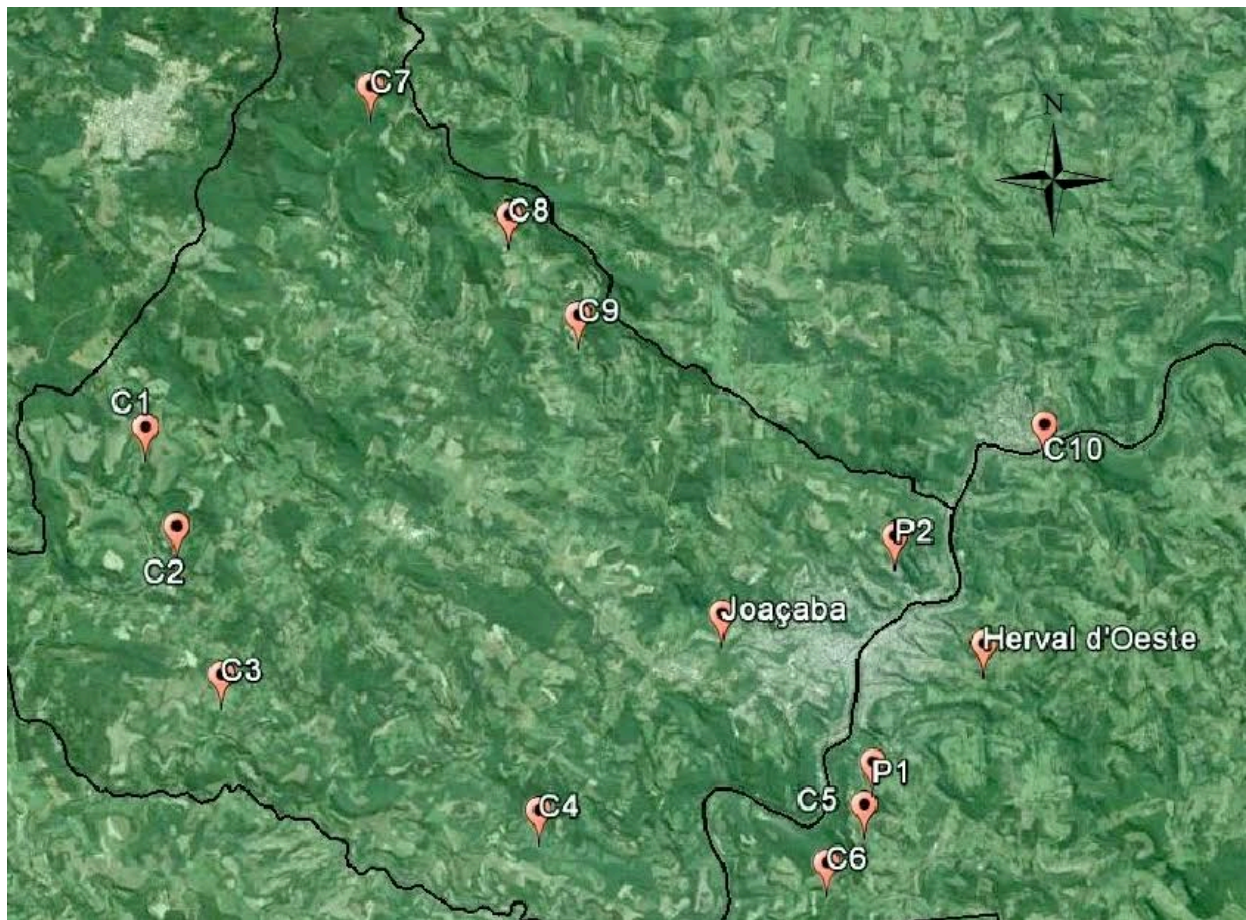


Figura 1 - Representação dos pontos de coleta das amostras

Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais

Localização	Altitude (m)	Latitude	Longitude
C1	890,78	-27°08'12.97"	-51°39'30.01"
C2	783,11	-27°09'22.64"	-51°39'22.00"
C3	855,93	-27°11'06.60"	-51°38'31.34"
C4	665,35	-27°12'43.07"	-51°34'21.57"
C5	686,26	-27°12'39.15"	-51°30'30.72"
C6	674,97	-27°13'20.23"	-51°30'33.63"
C7	892,46	-27°04'14.70"	-51°36'32.19"
C8	812,91	-27°05'44.08"	-51°34'44.41"
C9	822,05	-27°06'43.82"	-51°33'49.45"

C10	564,42	-27°08'10.77"	-51°27'04.57"
P1	596,00	-27°12'10.26"	-51°30'01.98"
P2	575,00	-27°09'32.04"	-51°29'32.28"

A Figura 2 apresenta o aspecto visual representativo dos agregados coletados nas diferentes jazidas avaliadas. Observa-se variação quanto à coloração, textura superficial e grau aparente de alteração dos materiais, características que podem influenciar seu comportamento físico e mecânico.



Figura 2 - (a) cascalheira C1 (b) cascalheira C2 (c) cascalheira C3 (d) cascalheira C4 (e) cascalheira C5 (f) cascalheira C6 (g) cascalheira C7 (h) cascalheira C8 (i) cascalheira C9 (j) cascalheira C10 (k) pedreira P1 (l) pedreira P2

2.2. Caracterização Física dos Agregados

Inicialmente, os agregados foram submetidos a ensaios de caracterização física visando determinar suas propriedades granulométricas, massa específica aparente seca e absorção de água.

O ensaio de granulometria foi realizado conforme os procedimentos descritos na norma DNER-ME 083 (DNER, 1998), enquanto os

ensaios de massa específica e absorção seguiram as recomendações da norma DNER-ME 081 (DNER, 1998).

A caracterização física dos materiais permitiu avaliar possíveis relações entre as propriedades físicas dos agregados e seu desempenho mecânico, especialmente quanto à influência da porosidade e absorção na resistência ao desgaste e fragmentação.

2.3. Ensaios Mecânicos

Para avaliação da resistência mecânica dos agregados foram realizados ensaios de abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento. A Tabela 2 apresenta os ensaios realizados e suas respectivas normas técnicas.

Tabela 2: Ensaios realizados e respectivas normas

Ensaio	Norma	Finalidade
Granulometria	DNER-ME 083	Caracterização granulométrica
Massa específica e absorção	DNER-ME 081	Caracterização física
Abrasão Los Angeles	DNER-ME 035	Resistência ao desgaste
Treton	DNER-ME 399	Resistência ao impacto
Esmagamento	DNER-ME 197	Resistência à compressão

O ensaio de abrasão Los Angeles foi realizado conforme a norma DNER-ME 035 (IPR, 1998), utilizando-se as faixas granulométricas adequadas para cada material analisado. As amostras provenientes

das cascalheiras enquadraram-se na faixa E, enquanto os materiais oriundos das pedreiras enquadraram-se na faixa B. A perda por abrasão foi determinada pela diferença entre a massa inicial da amostra e a massa retida na peneira de abertura 1,7 mm após a realização do ensaio, conforme apresentado na Equação 1.

$$LA = \frac{mi - mf}{mi} \times 100$$

Onde: LA = Abrasão em porcentagem; mi = Massa inicial e mf = Massa após o ensaio.

O ensaio de perda ao choque Treton foi executado com base na norma DNER-ME 399 (IPR, 1999), visando avaliar a resistência dos agregados ao impacto. Os resultados foram obtidos pela diferença entre a massa inicial da amostra e a massa retida na peneira de abertura 1,7 mm após a aplicação dos impactos, conforme descrito na Equação 2.

$$T = \frac{mi}{mf} \times 100$$

Onde: T = Perda ao choque em porcentagem; mi = Massa inicial e mf = Massa após o ensaio.

O ensaio de resistência ao esmagamento foi realizado conforme os procedimentos descritos na norma DNER-ME 197 (IPR, 1998), utilizando material passante na peneira de 12,5 mm e retido na peneira de 9,5 mm. Após a aplicação da carga de compressão, o material foi peneirado na peneira de abertura 2,4 mm, sendo a resistência determinada pela relação entre a massa inicial e a massa final da amostra, conforme apresentado na Equação 3.

$$R = \frac{mi - mf}{mi} \times 100$$

Onde: R = Resistencia do agregado em porcentagem; m_i = Massa inicial e m_f = Massa após o ensaio.

A Figura 3 apresenta os principais ensaios mecânicos realizados para avaliação do desempenho dos agregados estudados.

Ensaio	Amostra representativa após o ensaio
Abrasão Los Angeles 	
Perda ao choque Treton 	
Resistência ao esmagamento 	

Figura 3 - Ensaio mecânicos realizados para avaliação dos agregados: abrasão Los Angeles; perda ao choque Treton; resistência ao esmagamento e aspecto representativo do material após ensaio mecânico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nos ensaios de caracterização física e avaliação mecânica dos agregados foram analisados visando verificar a adequação dos materiais para aplicação em vias vicinais, bem como

identificar possíveis relações entre propriedades físicas e desempenho mecânico. Inicialmente são apresentados os resultados de massa específica e absorção dos agregados, seguidos das análises dos ensaios de abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento. Por fim, são discutidas as correlações observadas entre os parâmetros avaliados e a influência das características das jazidas sobre o comportamento mecânico dos materiais.

3.1. Caracterização Física dos Agregados

Os resultados de massa específica aparente seca e absorção dos agregados avaliados estão apresentados na Tabela 3. Os valores de massa específica variaram entre 2.816,40 kg/m³ e 2.944,25 kg/m³, enquanto os índices de absorção apresentaram variação entre 0,95% e 4,32%.

As menores absorções foram observadas nas amostras provenientes das pedreiras P1 e P2 e na cascalheira C3, materiais que também apresentaram maiores valores de massa específica aparente seca. Em contrapartida, as cascalheiras C2 e C8 apresentaram os maiores índices de absorção e menores massas específicas, indicando maior porosidade aparente dos agregados.

Tabela 3: Caracterização dos agregados

Identificação	Massa Esp. (kg/m ³)	Absorção	Faixa Abrasão
C1	2.913,64	1,96%	E
C2	2.842,89	3,66%	E
C3	2.944,25	0,95%	E

C4	2.862,64	1,46%	E
C5	2.838,78	2,46%	E
C6	2.822,97	1,49%	E
C7	2.916,09	1,85%	E
C8	2.816,40	4,32%	E
C9	2.830,89	2,31%	E
C10	2.850,11	1,64%	E
P1	2.909,52	2,23%	B
P2	2.913,42	1,94%	B

A Figura 4 apresenta a relação entre massa específica aparente seca e absorção dos agregados avaliados. Observa-se tendência inversamente proporcional entre essas propriedades, indicando que agregados com maior absorção tendem a apresentar menores massas específicas aparentes. Esse comportamento está associado ao maior volume de vazios internos dos materiais, influenciando diretamente sua resistência mecânica e durabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Esfahani, Kamani e Ajalloeian (2019) e Li *et al.* (2025), que destacam a influência da porosidade no desempenho de agregados utilizados em pavimentação.

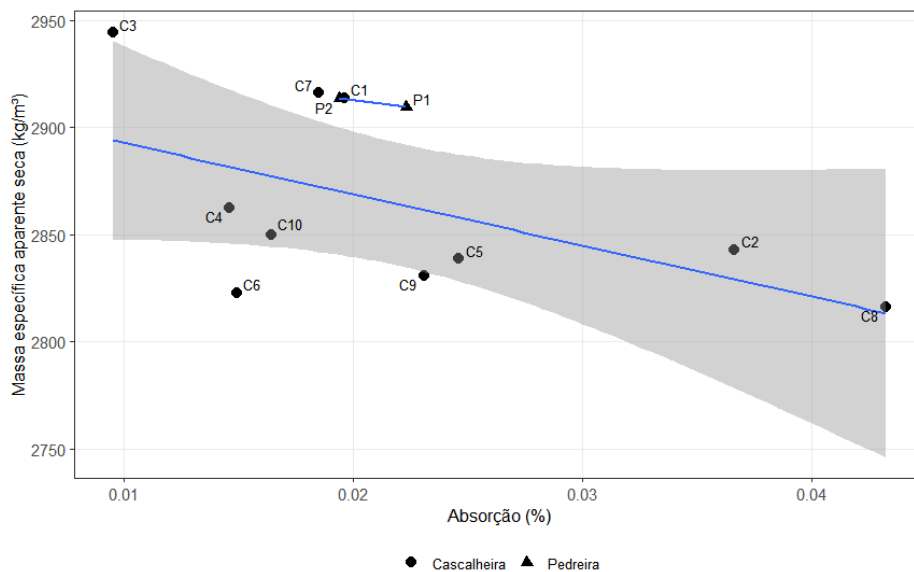


Figura 4 - Relação entre absorção e massa específica aparente seca dos agregados avaliados.

3.2. Avaliação Mecânica dos Agregados

Os resultados dos ensaios de abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento estão apresentados na Tabela 4. Os valores médios obtidos foram de 23,16% para abrasão Los Angeles, 16,55% para Treton e 20,78% para esmagamento, indicando comportamento mecânico compatível com a utilização dos materiais em vias vicinais.

De modo geral, todas as amostras apresentaram valores inferiores aos limites máximos estabelecidos pelas normas aplicáveis para utilização em camadas granulares de pavimentação e revestimentos primários, evidenciando adequação dos agregados analisados para aplicações em infraestrutura viária rural.

As menores perdas de massa foram observadas nas amostras provenientes das pedreiras P1 e P2, que apresentaram desempenho mecânico superior em todos os ensaios realizados. Esses materiais também apresentaram menores índices de absorção e maiores valores de massa específica aparente seca, sugerindo maior

compacidade e menor porosidade interna dos agregados. Em contrapartida, as cascalheiras C2 e C8 apresentaram os maiores percentuais de perda nos ensaios mecânicos, comportamento associado aos maiores índices de absorção observados para essas jazidas.

Tabela 4: Caracterização dos agregados

Amostra	Abrasão	Treton	Esmagamento
C1	22,39%	23,44%	21,91%
C2	37,80%	22,35%	32,37%
C3	18,39%	14,25%	19,42%
C4	26,53%	17,86%	18,10%
C5	27,63%	15,22%	19,04%
C6	14,17%	12,82%	18,92%
C7	23,73%	17,79%	23,32%
C8	43,66%	24,67%	33,05%
C9	28,63%	23,27%	21,95%
C10	16,88%	11,79%	16,12%
P1	10,01%	8,14%	12,74%
P2	8,11%	6,94%	12,40%
Média	23,16%	16,55%	20,78%
Desvio	10,61%	6,05%	6,51%

A Figura 5 apresenta a distribuição dos resultados obtidos nos ensaios mecânicos realizados. Observa-se maior dispersão nos

resultados do ensaio de abrasão Los Angeles em comparação aos ensaios de Treton e esmagamento, indicando maior variabilidade da resistência ao desgaste entre os agregados avaliados. Esse comportamento pode estar relacionado à heterogeneidade litológica e ao grau de alteração intempérica dos materiais provenientes das cascalheiras.

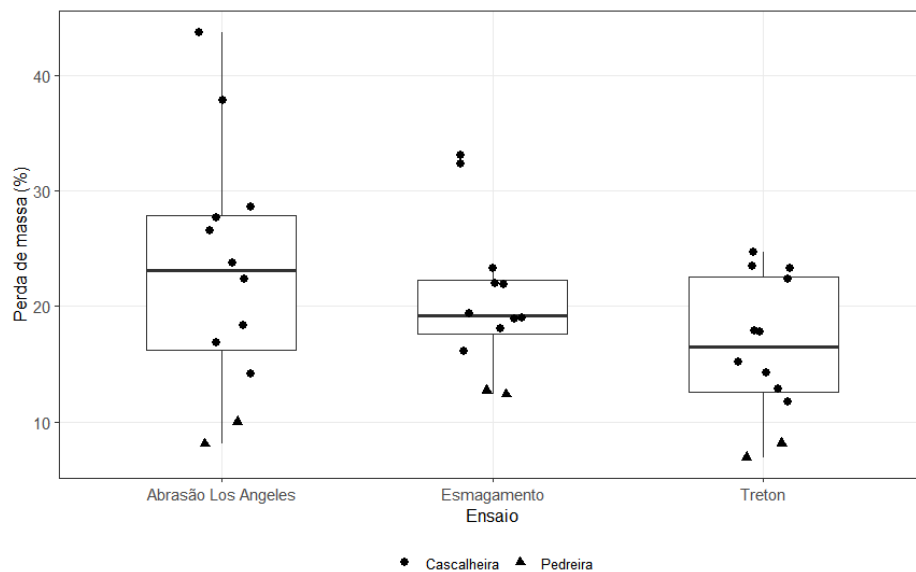


Figura 5 - Distribuição dos resultados obtidos nos ensaios mecânicos realizados nos agregados avaliados.

Além disso, verifica-se que os ensaios de esmagamento e Treton apresentaram comportamento relativamente mais homogêneo, com menor amplitude de variação entre as amostras. Os resultados também evidenciam tendência de agrupamento das pedreiras em faixas inferiores de perda de massa, reforçando a maior resistência mecânica desses materiais em relação às cascalheiras avaliadas.

Os resultados obtidos corroboram a influência das propriedades físicas dos agregados sobre seu comportamento mecânico, especialmente em relação à absorção e porosidade dos materiais. Agregados mais porosos tendem a apresentar menor resistência ao desgaste, impacto e compressão, refletindo em maiores perdas de massa nos ensaios laboratoriais realizados. Resultados semelhantes

foram relatados por Wu, Parker e Kandhal (1998), que destacam a relação entre propriedades físicas e desempenho mecânico de agregados empregados em infraestrutura rodoviária.

3.3. Relação Entre Absorção e Desempenho Mecânico

A Figura 6 apresenta a relação entre os índices de absorção e os resultados dos ensaios mecânicos realizados nos agregados avaliados. Observa-se tendência de aumento das perdas de massa com o aumento da absorção dos materiais, indicando influência significativa da porosidade interna no comportamento mecânico dos agregados.

Os resultados evidenciam que agregados com maiores índices de absorção tendem a apresentar menor resistência ao desgaste, impacto e compressão, comportamento observado principalmente nos ensaios de abrasão Los Angeles e resistência ao esmagamento. As cascalheiras C2 e C8, que apresentaram os maiores valores de absorção, também registraram as maiores perdas de massa nos ensaios mecânicos, enquanto as pedreiras P1 e P2 apresentaram simultaneamente baixos índices de absorção e menores perdas de massa.

A relação observada sugere que agregados mais porosos possuem maior susceptibilidade à fragmentação e degradação mecânica, uma vez que a presença de vazios internos favorece a propagação de tensões e microfissuras durante a aplicação de cargas e impactos. Esse comportamento influencia diretamente a durabilidade dos materiais quando empregados em camadas granulares de pavimentação e revestimentos primários.

Entre os ensaios avaliados, a abrasão Los Angeles apresentou a relação mais evidente com os índices de absorção, indicando elevada sensibilidade desse ensaio às características internas dos agregados. O ensaio de esmagamento também apresentou tendência consistente de aumento das perdas de massa com o aumento da absorção, enquanto o ensaio Treton demonstrou maior dispersão dos resultados, embora mantendo tendência semelhante.

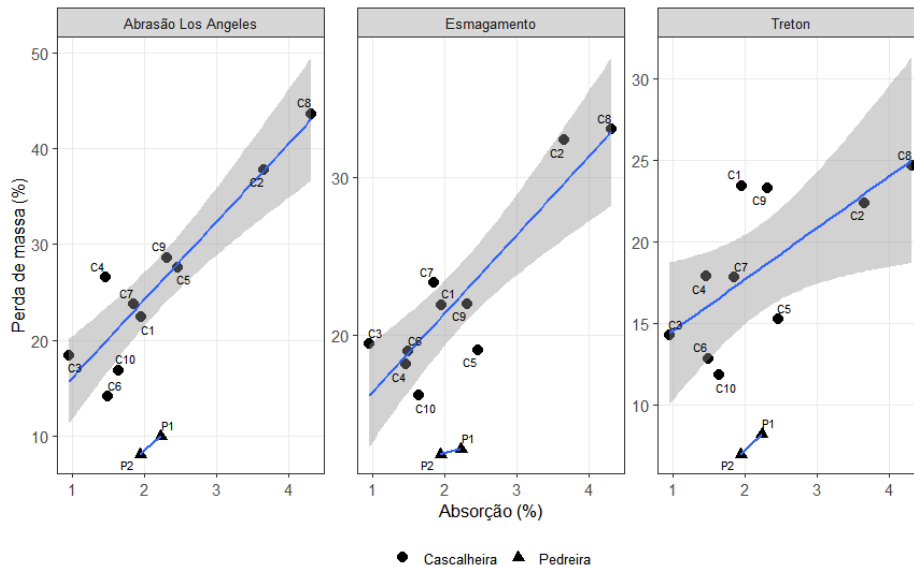


Figura 6 - Relação entre absorção e perdas de massa nos ensaios de abrasão Los Angeles, resistência ao esmagamento e perda ao choque Treton.

Os resultados obtidos corroboram estudos recentes que destacam a influência da porosidade e absorção no desempenho mecânico de agregados utilizados em infraestrutura viária. Esfahani, Kamani e Ajalloeian (2019) e Li *et al.* (2025) observaram que materiais com maiores índices de absorção tendem a apresentar menor resistência mecânica e maior susceptibilidade à degradação, especialmente em condições de carregamento repetitivo e desgaste superficial.

Além disso, os resultados reforçam a importância da caracterização física dos agregados como etapa fundamental para seleção e controle tecnológico de materiais empregados em vias vicinais,

contribuindo para maior durabilidade e redução de custos de manutenção das estradas não pavimentadas.

3.4. Relação Entre as Propriedades Físicas e Mecânicas dos Agregados

A Figura 7 apresenta a matriz de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas dos agregados avaliados, permitindo análise integrada das variáveis estudadas. Observa-se forte correlação positiva entre os resultados dos ensaios de abrasão Los Angeles, resistência ao esmagamento e perda ao choque Treton, indicando comportamento mecânico consistente entre os diferentes métodos de avaliação empregados.

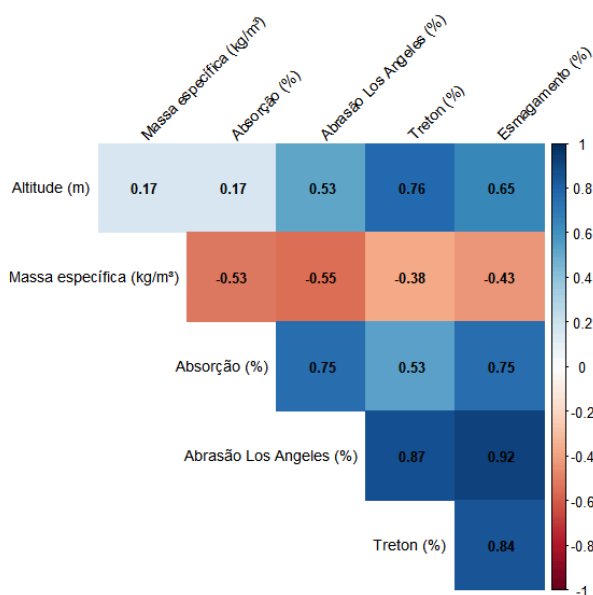


Figura 7 - Matriz de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas dos agregados avaliados.

As maiores correlações foram observadas entre os ensaios de abrasão Los Angeles e resistência ao esmagamento, evidenciando que agregados mais susceptíveis ao desgaste também tendem a apresentar menor resistência à compressão. Resultado semelhante foi observado entre abrasão Los Angeles e perda ao choque Treton,

reforçando a relação entre resistência ao impacto e resistência ao desgaste dos materiais.

A absorção apresentou correlação positiva com os resultados dos ensaios mecânicos, indicando tendência de aumento das perdas de massa com o aumento da porosidade dos agregados. Em contrapartida, a massa específica aparente seca apresentou correlação negativa com a absorção e com as perdas de massa observadas nos ensaios mecânicos, sugerindo que materiais mais densos tendem a apresentar maior resistência mecânica.

As análises também indicaram tendência de relação entre a altitude das jazidas e o desempenho dos agregados, principalmente em relação aos ensaios de abrasão Los Angeles e perda ao choque Treton. Jazidas localizadas em maiores altitudes apresentaram, em geral, maiores perdas de massa nos ensaios realizados. Entretanto, considerando o número limitado de amostras avaliadas e a variabilidade geológica dos materiais analisados, essa relação deve ser interpretada com cautela.

3.5. Influência da Altitude das Jazidas

As análises realizadas indicaram possível influência da altitude das jazidas sobre o desempenho mecânico dos agregados avaliados. De maneira geral, observou-se tendência de aumento das perdas de massa nos ensaios mecânicos para materiais provenientes de jazidas localizadas em maiores altitudes, principalmente nos ensaios de abrasão Los Angeles e perda ao choque Treton.

Esse comportamento pode estar associado às características geológicas e ao grau de alteração intempérica dos materiais presentes nas diferentes jazidas avaliadas. Agregados provenientes

de regiões mais elevadas podem apresentar maior grau de fraturamento, alteração mineralógica ou heterogeneidade estrutural, fatores que influenciam diretamente sua resistência ao desgaste e fragmentação.

As cascalheiras situadas em maiores altitudes apresentaram, em geral, maiores índices de absorção e maiores perdas de massa nos ensaios mecânicos, reforçando a relação observada entre porosidade e desempenho mecânico dos agregados. Em contrapartida, as pedreiras avaliadas, localizadas em menores altitudes, apresentaram comportamento mais homogêneo e menores perdas de massa nos ensaios realizados.

Entretanto, considerando o número limitado de amostras analisadas e a variabilidade geológica dos materiais estudados, a relação entre altitude e desempenho mecânico deve ser interpretada com cautela. Embora os resultados indiquem tendência de influência da altitude sobre as propriedades dos agregados, estudos complementares envolvendo maior número de jazidas e análises petrográficas mais detalhadas são necessários para confirmação dessa hipótese.

Os resultados obtidos demonstram a importância da caracterização tecnológica dos agregados provenientes de jazidas locais, contribuindo para seleção mais adequada dos materiais empregados em vias vicinais e para aumento da durabilidade das obras de infraestrutura rodoviária.

De maneira geral, os resultados demonstram que as propriedades físicas dos agregados exercem influência significativa sobre seu desempenho mecânico, reforçando a importância da caracterização

tecnológica dos materiais empregados em vias vicinais e obras de infraestrutura rodoviária.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo avaliou as propriedades físicas e mecânicas de agregados provenientes de cascalheiras e pedreiras localizadas nos municípios de Joaçaba e Herval d'Oeste, Santa Catarina, visando verificar sua adequação para aplicação em vias vicinais.

Os resultados obtidos demonstraram que todos os agregados avaliados apresentaram desempenho compatível com os limites estabelecidos pelas normas aplicáveis para utilização em infraestrutura viária rural. As pedreiras P1 e P2 apresentaram os melhores desempenhos mecânicos nos ensaios realizados, evidenciando menores perdas de massa e comportamento mais homogêneo em comparação às cascalheiras avaliadas.

Observou-se relação entre as propriedades físicas e o desempenho mecânico dos agregados, indicando que materiais com maiores índices de absorção tendem a apresentar menores massas específicas aparentes e maiores perdas de massa nos ensaios de abrasão Los Angeles, perda ao choque Treton e resistência ao esmagamento. Os resultados reforçam a influência da porosidade interna no comportamento mecânico dos materiais.

As análises de correlação demonstraram associação consistente entre os diferentes ensaios mecânicos realizados, especialmente entre abrasão Los Angeles e resistência ao esmagamento, indicando que agregados mais susceptíveis ao desgaste também tendem a apresentar menor resistência ao impacto e à compressão.

Além disso, os resultados indicaram possível influência da altitude das jazidas sobre o desempenho mecânico dos agregados, embora essa relação deva ser interpretada com cautela em função do número limitado de amostras e da variabilidade geológica dos materiais estudados.

De maneira geral, os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica da utilização dos agregados avaliados em vias vicinais da região estudada, ressaltando a importância da caracterização tecnológica dos materiais como ferramenta de apoio à seleção de jazidas e ao aumento da durabilidade das obras de infraestrutura rodoviária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração.** Oficina de Textos, ISBN: 978-85-86238-56-7, São Paulo, 2007. 558 p.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros.** PETROBRAS: ABEDA, ISBN: 85-85227-84-2, Rio de Janeiro, 2007. 501 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). DNER-ME 035/98: agregado – determinação da abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). DNER-ME 081/98: agregados – determinação da absorção e da massa específica de agregado graúdo. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). DNER-ME 083/98: agregados – análise granulométrica. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). DNER-ME 197/97: agregados – determinação da resistência ao esmagamento. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). DNER-ME 399/99: agregado – determinação da perda ao choque no aparelho Treton. Rio de Janeiro: DNER, 1999.

ESFAHANI, K.; KAMANI, M.; AJALLOEIAN, R. **An investigation of the general relationships between abrasion resistance of aggregates and rock aggregate properties.** Bull Eng Geol Environ 78, 3959–3968 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10064-018-1366-7>.

LI, H.; LIU, G.; DAN C.; *et al.* **Effects of soil porosity on water stability of aggregates,**

Soil and Tillage Research, V 254, 2025, 106741, ISSN 0167-1987, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.still.2025.106741>.

PIOVESAN, A. Z.; ZAGO, S. **Estudo teórico-prático da recuperação de estradas na região do Meio-Oeste catarinense.** Conhecimento em construção: Pesquisas em engenharia civil , v. 1, p. 69-76, 2009.

SANTOS, A. R.; PASTORE, E. L.; JUNIOR, F. A.; CUNHA, M. A. **Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), ISBN: 85-09-00036-0, São Paulo, 1988. 2ed. 125 p.

SANTOS, C.; CETIN, B.; MURILLO, M. *et al.* **Novel approach to evaluate the effect of aggregate physical properties on the stiffness of pavement base layer.** International Journal of Pavement Engineering, 26(1), 2025. <https://doi.org/10.1080/10298436.2025.2532697>.

SUBEDI A.; KIM H.; LEE, S-J.; LEE, M-S. **Assessing Abrasion Resistance in Concrete Pavements: A Review.** Applied Sciences. 2025; 15(4):2101. <https://doi.org/10.3390/app15042101>.

WU, Y.; PARKER, F.; KANDHAL, P. S. **Aggregate toughness/abrasion resistance and durability/soundness tests related to asphalt concrete performance in pavements.** Transportation Research Record, Washington, v. 1638, n. 1, p. 85–93, 1998. <https://doi.org/10.3141/1638-10>.

¹ Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Campus Joinville – SC. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC, Departamento de Engenharia Civil, Campus Joaçaba – SC. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Campus Joinville-SC. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

