

CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO POR FINOS DE ESCÓRIA DE ACIARIA

José Maria Franco de Carvalho¹, Tainá Varela de Melo², Júnio Oliveira dos Santos Batista², Aline Santana Figueiredo², Laís Cristina Barbosa Costa², Ricardo André Fiorotti Peixoto²

¹ Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Civil.

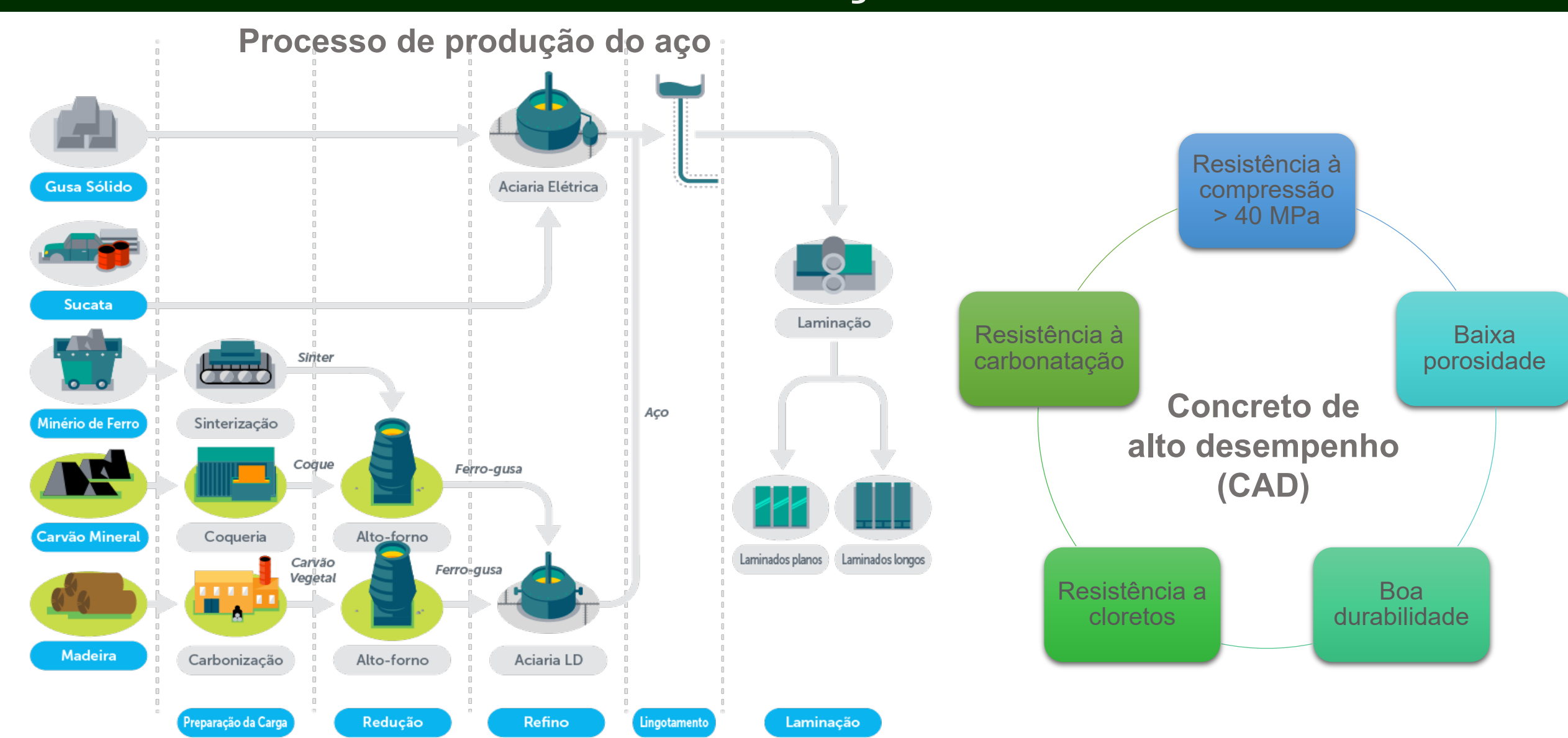
² Universidade Federal de Ouro Preto - Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Materiais de Construção Civil.

Contato: alinesantanafigueiredo@gmail.com

RESUMO

A indústria siderúrgica se destaca pela quantidade e características de suas escórias. Escórias de aciaria são materiais inorgânicos similares às matérias primas utilizadas pela indústria da construção civil, sendo que esta última possui elevada demanda de materiais naturais e de baixo custo e também um grande potencial de absorção de rejeitos reciclados. Destaca-se sua aplicação em matrizes cimentícias, desde que atendam aos critérios de competência mecânica e durabilidade. Neste trabalho é apresentado um estudo de obtenção de concretos de alta resistência com utilização de finos de escória de aciaria em substituição parcial ao cimento com teores variando entre 0% e 60%. Os resultados mostraram que foi possível obter matrizes cimentícias com alta resistência e ecoeficiência utilizando finos de escória de aciaria. As matrizes com teores de substituição de até 40% apresentaram desempenho superior ao do concreto de referência, enquanto reduções pequenas foram observadas para os concretos com teores de substituição mais elevados.

INTRODUÇÃO



OBJETIVO

Investigação das propriedades físicas e mecânicas e da ecoeficiência de traços de CAD compostos por cimento, finos de escória de aciaria e areia convencional; sem uso de agregado graúdo e com taxas de substituição de cimento por finos de escória variando entre 10% e 60%.

MATERIAIS

- Cimento Portland CP V - ARI - MAX;
- Areia natural quartzosa de rio;
- Escória de aciaria LD;
- Escória de aciaria AE;
- Aditivo superplastificante (McBauchemie, Powerflow 4000).

MÉTODOS

AGREGADOS NATURAIS

- Determinação da curva granulométrica.

AGREGADOS RECICLADOS

- Moagem convencional em moinho de bolas (Marconi, MA500) com jarro e esferas de aço inoxidável - 180 minutos a 200 rpm;
- Moagem de alta eficiência (Retsch, PM100) com jarro e esferas de zircônia - 45 minutos a 400 rpm.;
- FRX;
- Massa específica;
- Granulometria a laser.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	Outros
Escória LD	13,4%	3,6%	34,5%	36,2%	5,0%	0,3%	3,7%	0,8%	2,5%
Escória AE	18,1%	6,0%	34,2%	28,4%	5,4%	0,3%	4,0%	1,3%	2,3%

Tabela 1: Resultados da análise química das escórias estudadas

	Areia quartzosa	Escória LD	Escória AE
Massa específica	2,681	3,770	4,520
Massa unitária	1,532	1,945	2,024

Tabela 2: Características físicas dos agregados

Mistura	Filer Grosseiro (FG)	Cimento Portland (CP)	Filer Refinado (FR)	Areia fina	Areia média-fina	Areia média-grossa	Areia grossa
Ref.	0,0%	33,3%	0,0%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 00-90-10	0,0%	29,9%	3,3%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 00-80-20	0,0%	26,6%	6,6%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 20-70-10	6,6%	23,2%	3,3%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 40-50-10	13,3%	16,6%	3,3%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 20-60-20	6,6%	19,9%	6,6%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
ELD 40-40-20	13,3%	13,3%	6,6%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%

- Dosagem ótima de superplastificante: 0,8% em relação à massa de finos;
- Relação água / finos igual a 0,35.

CARACTERIZAÇÃO DOS CONCRETOS

- Máximo empacotamento (WONG e KWAN, 2008);
- Resistência à compressão;
- Resistência à tração;
- Massa específica;
- Absorção de água;
- Índice de vazios;
- Ecoeficiência.

RESULTADOS

Parâmetro	Filer grosseiro	Cimento	Filer refinado
D90 (µm)	126,9	36,91	39,59
D50 (µm)	27,23	10,95	8,55
D10 (µm)	1,863	1,743	1,109

Tabela 3: Parâmetros granulométricos dos finos estudados

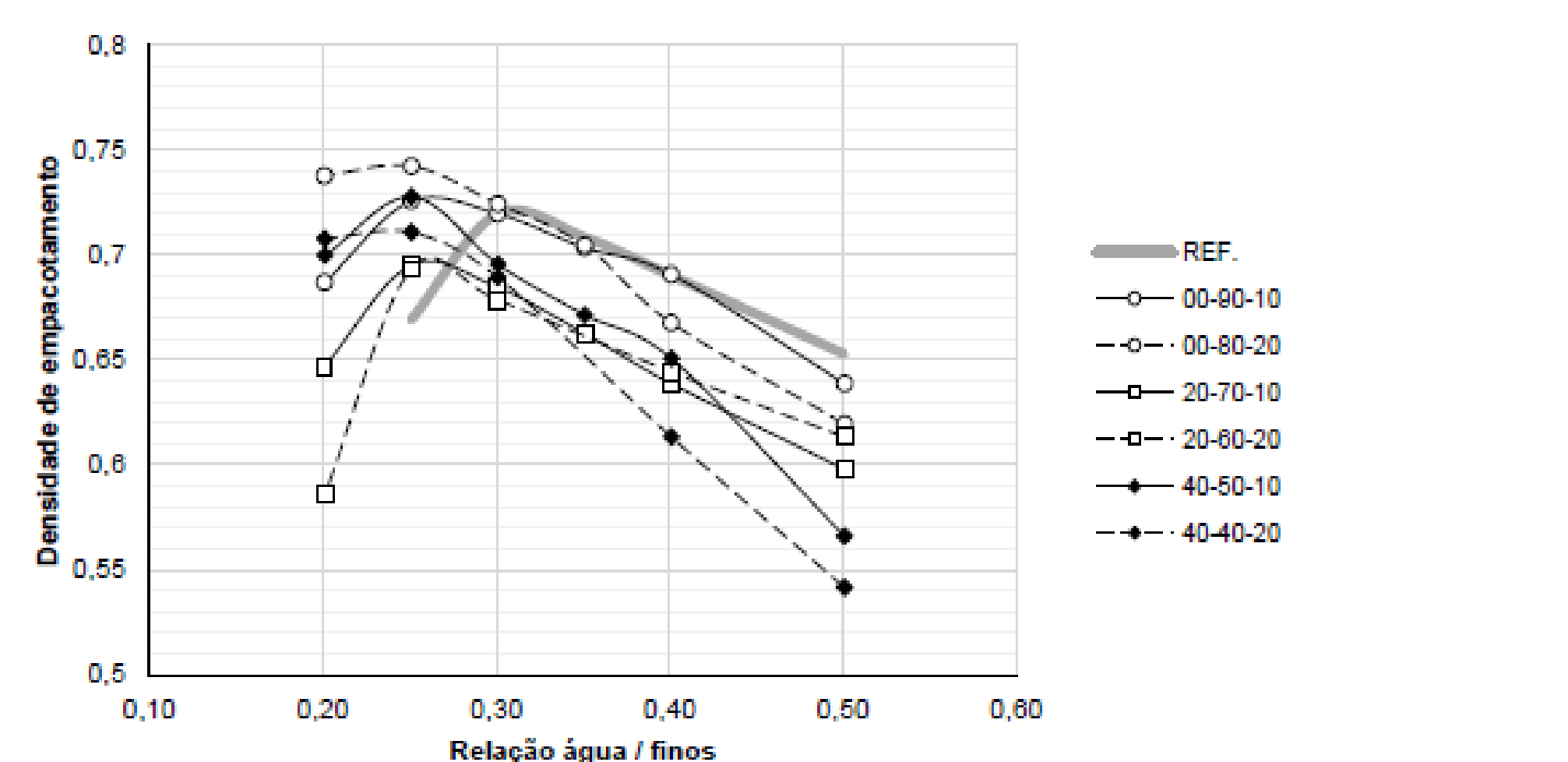


Figura 1: Resultados dos ensaios de empacotamento

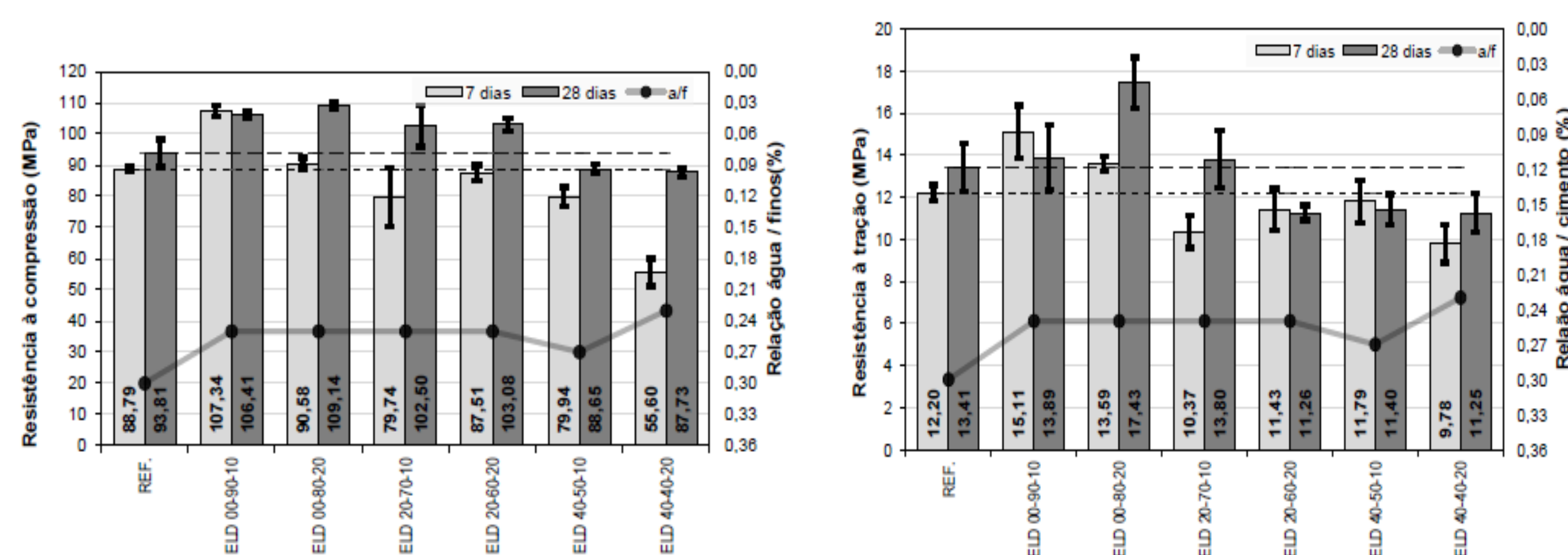


Figura 2: Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos concretos estudados

Figura 3: Resultados de resistência à tração na flexão dos concretos estudados

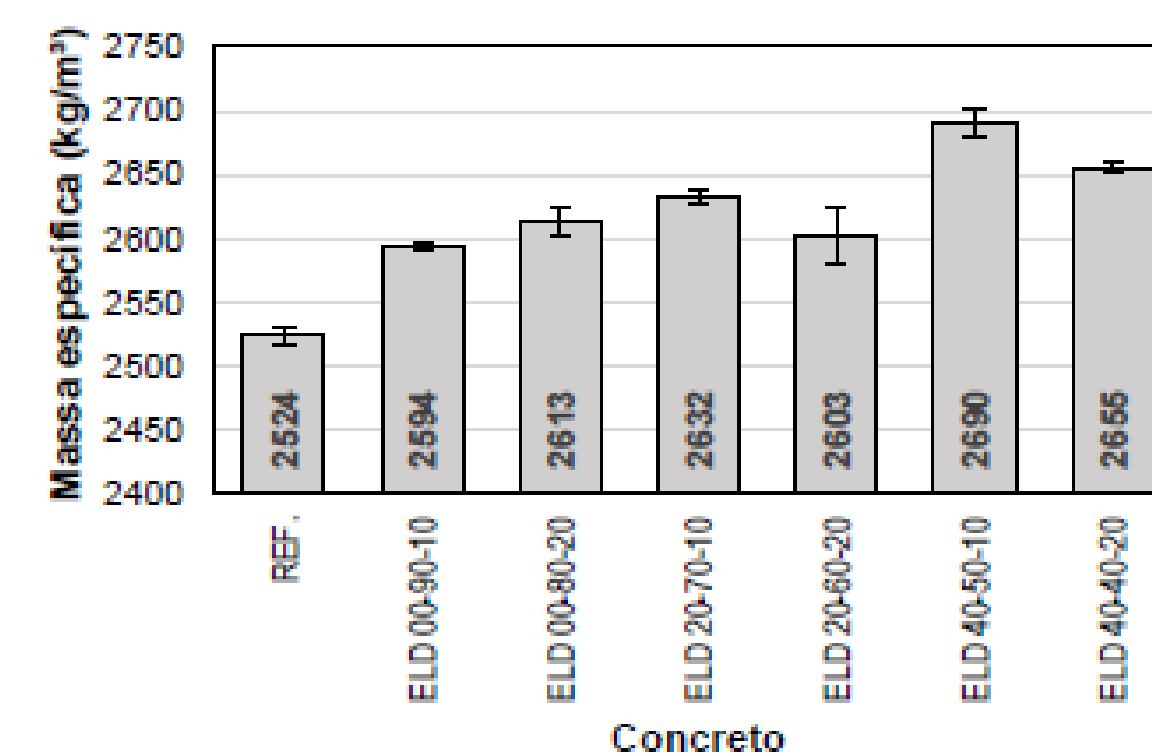


Figura 4: Resultados dos ensaios de determinação da massa específica dos concretos estudados

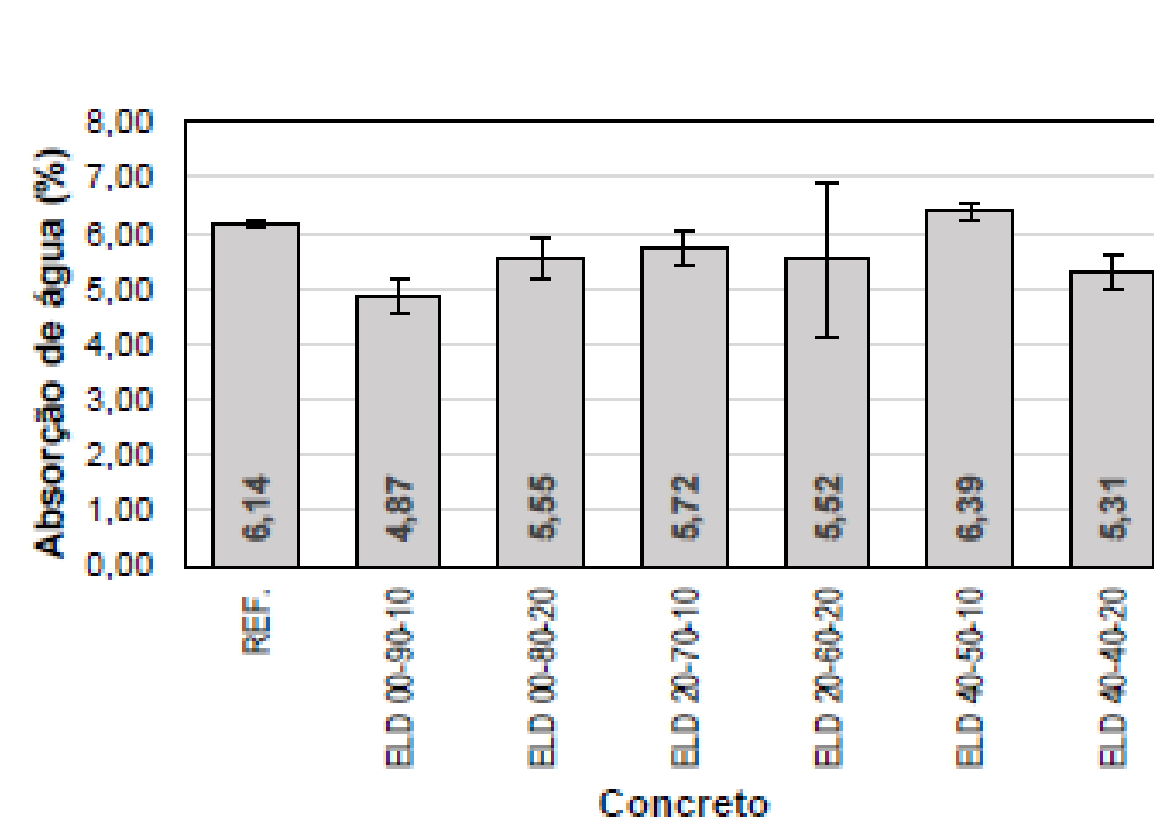


Figura 5: Resultados dos ensaios de absorção de água dos concretos estudados

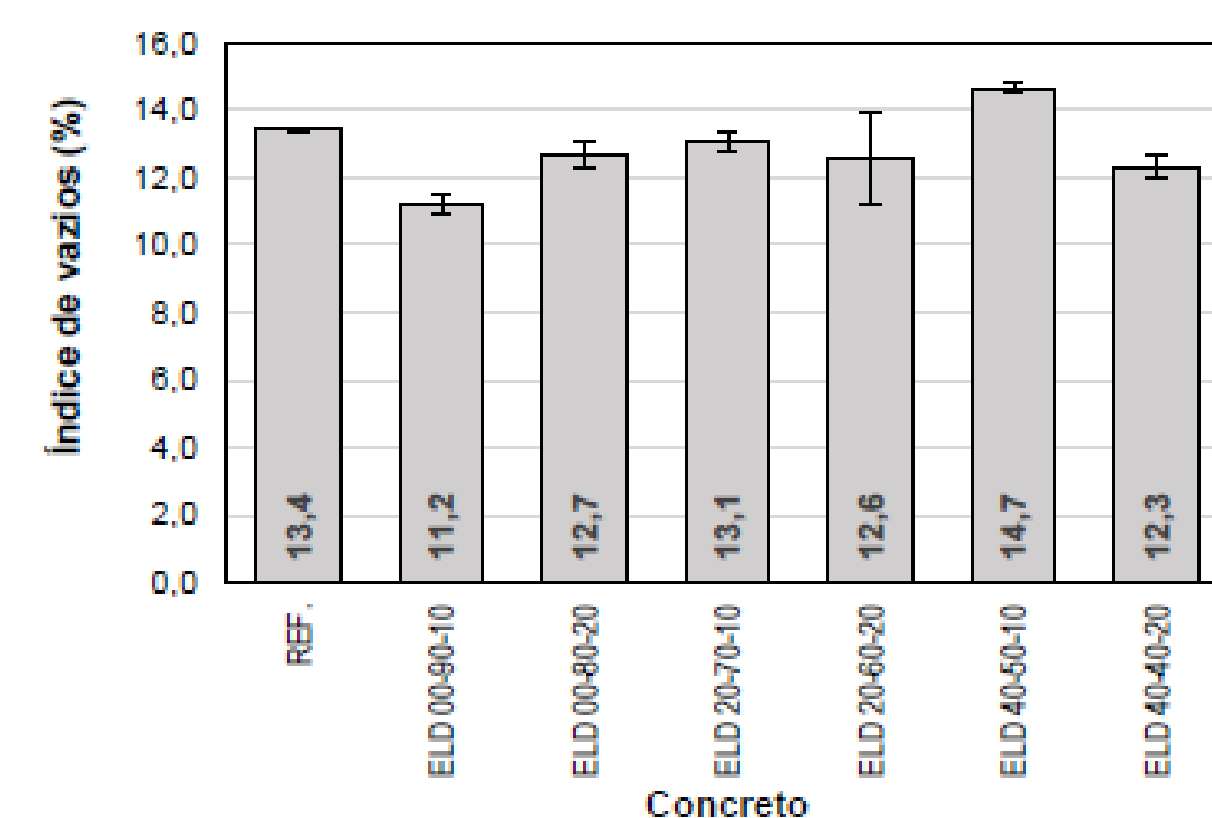


Figura 6: Resultados dos ensaios de índice de vazios dos concretos estudados

Traço do Concreto	Consumo de cimento (kg/m ³)	Intensidade de Ligante (kg/m ³ /MPa)	Consumo de rejeito (kg/m ³)
REF.	771,5	8,22	0
ELD 00-90-10	719,8	6,76	99,1
ELD 00-80-20	636,8	5,83	197,5
ELD 20-70-10	554,4	5,41	294,7
ELD 20-60-20	473,0	4,59	391,1
ELD 40-50-10	388,9	4,39	481,9
ELD 40-40-20	317,9	3,62	591,4

Tabela 4: Avaliação da ecoeficiência dos concretos estudados

CONCLUSÕES

- Os finos de escória produzidos por processo de moagem convencional e moagem de alta eficiência atingiram graus de finura satisfatórios para os objetivos da pesquisa, contribuindo para um aumento do grau de empacotamento quando misturados;
- Os concretos produzidos se mostraram mecanicamente competentes, sendo que em teores de substituição de até 40%, todos os resultados foram superiores aos apresentados pelo concreto de referência;
- O melhor resultado mecânico global foi obtido pelo concreto com 20% de substituição ao passo que a maior eficiência do ligante foi apresentado pelo concreto com 60% de substituição, confirmando sua ecoeficiência; uma vez que permitiu redução do teor de cimento em detrimento do elevado consumo de material reciclado;
- Os resultados de caracterização física mostraram que as matrizes obtidas apresentaram reduzida absorção de água e índice de vazios, confirmando a eficiência do empacotamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as instituições FAPEMIG, CAPES, Fundação Gorceix, UFOP e CNPq pelo apoio para a realização e apresentação dessa pesquisa. Também somos gratos pela infraestrutura e colaboração do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos - RECICLOS - CNPq.