

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO RESÍDUO DE CELULOSE (GRITS) PARA SEU EMPREGO EM ARGAMASSAS: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA

L. C. Mesquita, R. C. S. S. Alvarenga, A. N. O. Alvares, M. L. Gravino, A. A. P. Rezende, J. M. F. de Carvalho, D. P. Fassoni, L. G. Pedroti, C. F. R. Santos

Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

ritadecassia@ufv.br

RESUMO

O grits é um resíduo sólido inorgânico gerado durante o processo Kraft pela indústria de celulose, que apresenta em sua composição os principais constituintes do cimento Portland. O grits pode ser classificado como um resíduo industrial sólido, granular, não perigoso e não inerte. Diante desse cenário, foi proposto um estudo com o objetivo de avaliar, inicialmente, a aplicabilidade do grits em argamassas, através de ensaios físicos e químicos. Para a avaliação física do grits realizou-se os ensaios de: determinação da massa específica no estado saturado superfície seca e de absorção de água; determinação do teor de materiais pulverulentos; e determinação da composição granulométrica. Já para avaliar quimicamente o grits, realizou-se a leitura das concentrações de metais presentes no grits e os ensaios de obtenção do extrato lixiviado e solubilizado. Por fim, concluiu-se que a incorporação do grits em argamassas é uma alternativa potencial.

Palavras-chave: Argamassa, *grits*, reutilização de resíduos.

INTRODUÇÃO

A indústria de celulose e papel tem demandado cada vez mais matéria prima (madeira) em função da crescente demanda mundial por papel. Junto a esse crescimento, surge o desafio para indústrias de elevar sua produção a fim de

atender à demanda do mercado e, simultaneamente, buscar uma destinação adequada aos resíduos industriais oriundos do processo produtivo.

O *grits* é um resíduo sólido inorgânico gerado por essas indústrias que apresenta grande potencial de aplicação em diversas áreas, dentre elas a construção civil. Segundo Machado *et al.* (2003), ele é constituído principalmente de óxido de cálcio (CaO) e sílica (SiO_2), que são os componentes encontrados em maior abundância no cimento Portland.

O *grits* é obtido a partir do processo de beneficiamento da celulose (Processo Kraft). Esse processo inicia-se através do cozimento de cavacos de madeira com uma substância chamada licor branco, que resulta numa nova substância denominada licor negro. A partir daí se dá origem à etapa de recuperação do licor branco, onde o licor negro é queimado resultando em um resíduo denominado “*smelt*”. Posteriormente, esse “*smelt*” é dissolvido em água formando o licor verde, que, por sua vez, passa por um processo de caustificação, que resulta novamente no licor branco e no resíduo *grits*.

Segundo Souza e Cardoso (2008), o *grits* é um resíduo industrial sólido granular da classe IIA que, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), é um resíduo sólido não perigoso e não inerte. Não perigoso, pois não apresenta risco à saúde pública e ao meio ambiente, e não inerte, pois contém em sua constituição substâncias que se solubilizam atingindo níveis acima dos valores máximos admitidos como seguros para o meio ambiente, conforme os limites estabelecidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Unindo essa crescente demanda da indústria de papel e celulose, com a necessidade de diminuir os impactos ambientais oriundos de seu processo produtivo e as características físicas e químicas apresentadas pelo *grits*, surge então à possibilidade do aproveitamento desse resíduo para a produção de argamassa, com substituição total ou parcial da areia, e possível redução do cimento utilizado.

Com base no que foi apresentado anteriormente, esse trabalho tem como objetivo avaliar a utilização do *grits* na produção de argamassas, visando contribuir com novos componentes para a construção civil e evitando que esse resíduo seja destinado a aterros, minimizando assim, os danos para o meio ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de avaliar a utilização do *grits* na fabricação de argamassas foi proposto a realização de ensaios que avaliassem o resíduo, do ponto de vista físico e químico.

Inicialmente, realizou-se a preparação do resíduo uma vez que, o *grits* fornecido pela empresa FIBRIA S.A. apresentava granulometria incompatível com o agregado miúdo (valores superiores a 4,8 mm) utilizado no preparo da argamassa. Dessa forma, procedeu-se ao peneiramento do resíduo seco ao ar, com o auxílio da peneira com abertura de malha 4,8 mm, onde o material passante foi acondicionado em um recipiente à parte e o material retido foi direcionado ao moinho de bolas. No moinho o *grits* ficou em rotação por um período de 30 minutos, a fim de desfazer os torrões e grãos com dimensões superiores a 4,8 mm. Após esse período o resíduo foi novamente peneirado na peneira de 4,8 mm, onde a parcela passante foi agrupada ao *grits* já armazenado e a parcela retida foi descartada.

Após o preparo do resíduo, realizou-se a amostragem do material conforme as recomendações prescritas nas normas técnicas NBR NM 26 (ABNT, 2001) e NBR NM 27 (ABNT, 2001), onde uma parcela desse material foi reservada para a caracterização física e a outra parcela à caracterização química.

Para a caracterização física do *grits* foram realizados os seguintes ensaios: determinação da massa específica no estado saturado superfície seca (s.s.s.) e de absorção de água, de acordo com as recomendações da NBR NM 52 (ABNT, 2009); determinação do teor de materiais pulverulentos, conforme prescrito na NBR NM 46 (ABNT, 2003); e determinação da composição granulométrica, segundo a NBR NM 248 (ABNT, 2003).

A caracterização química do *grits* foi realizada, através do aparelho de espectrometria de absorção atômica, com a leitura dos metais presentes em quatro amostras contendo aproximadamente 0,25 g de *grits* diluídas em 4 mL de ácido nítrico, 2 mL de ácido clorídrico e 2 mL de peróxido de hidrogênio. Além das amostras contendo o resíduo produziu-se também uma amostra em branco contendo 4 mL de ácido nítrico, 2 mL de ácido clorídrico e 2 mL de peróxido de hidrogênio, com a finalidade de avaliar possíveis interferências dos reagentes.

Por fim, foi produzida uma argamassa, utilizando-se o resíduo *grits* como agregado miúdo, com o objetivo de avaliar seu desempenho quanto a possíveis danos à saúde humana e ao meio ambiente. Para essa avaliação foram realizados os testes de: ensaio de obtenção do extrato lixiviado de resíduos sólidos, de acordo com os procedimentos descritos na NBR 10005 (ABNT, 2004); e ensaio de obtenção do extrato solubilizado de resíduos sólidos, conforme especificações da NBR 10006 (ABNT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respeito da caracterização física do *grits*, os resultados obtidos para a massa específica na condição saturada superfície seca (s.s.s), absorção e teor de materiais pulverulentos são apresentados na tabela 1 e os resultados do ensaio de determinação da composição granulométrica é apresentado na figura 1.

Tabela 1. Resultados de caracterização física da areia e do *grits*.

	Massa específica na condição s.s.s. (g/cm ³)	Absorção (%)	Teor de materiais pulverulentos (%)
<i>Grits</i>	2,52	2,46	27,53

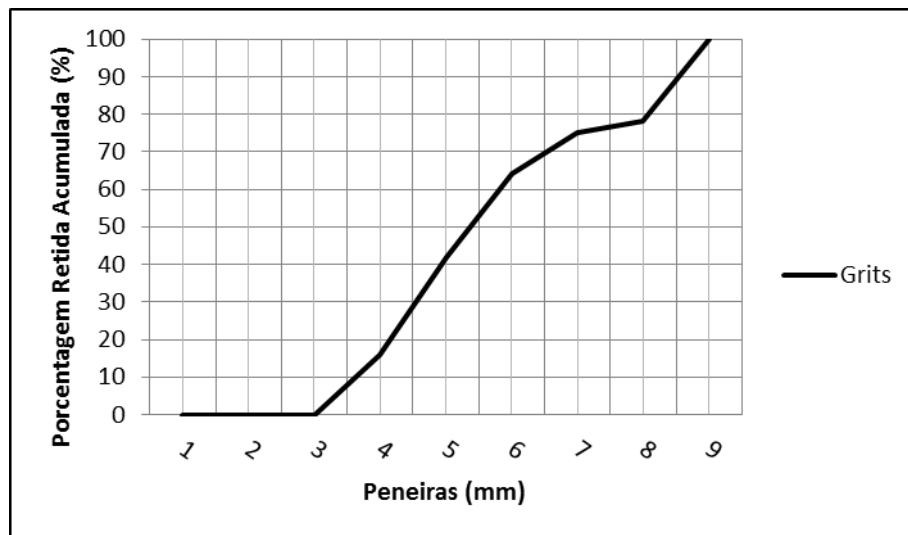


Figura 1. Curva de distribuição granulométrica da areia e do *grits*.

Analisando os resultados dos ensaios de caracterização do *grits* têm-se que os valores encontrados para massa específica no estado saturado superfície seca e absorção estão condizentes com os valores encontrados na literatura. Segundo

Petrucci (1998), os valores de massa específica para o agregado miúdo de referência (areia) giram em torno de $2,65 \text{ g/cm}^3$ e os valores de absorção geralmente não se distanciam dos 2%. A respeito do teor de materiais pulverulentos, o valor obtido para o *grits* foi elevado, entretanto, isso ocorreu devido ao processo de preparação do *grits*, na etapa onde se utilizou o moinho de bolas.

Com relação ao resultado obtido no ensaio de determinação da distribuição granulométrica, apresentados na figura 1, tem-se que o *grits* apresentou uma distribuição granulométrica uniforme, com módulo de finura de 3,77 e dimensão máxima característica, 4,8 mm. Segundo Petrucci (1998), pode-se caracterizar o *grits*, do ponto de vista de sua distribuição granulométrica como uma areia grossa. Além disso, a curva de distribuição granulométrica pode ser ajustada em função do método de preparação do resíduo.

As concentração dos metais encontrados no *grits*, após a leitura das amostras no aparelho de espectrometria de absorção atômica, são apresentadas na tabela 2. Vale ressaltar que os metais procurados durante a leitura foram pré-determinados com base na revisão bibliográfica.

Tabela 2. Teores de metais encontrados no *grits*.

	Elemento									
	Cu	Cd	Ni	Mn	Pb	Mg	Zn	Fe	Na	Ca
Teor (mg/g)	0,54	11,3	14,34	68,88	70,41	87,08	118,17	637,49	$26,15 \cdot 10^3$	$67,17 \cdot 10^4$
Teor (%)	0,0001	0,0011	0,0014	0,0069	0,0070	0,0087	0,0120	0,0637	2,6200	67,1700

Com base nesses resultados, pode-se observar que, entre os metais lidos, os que apresentam os maiores teores são o cálcio (Ca) e o sódio (Na). Segundo Pajara *et al.* (2003), o *grits* contém, em massa, cerca de 88% de CaCO_3 e 2% de NaOH, apresentando assim altos teores de cálcio e sódio. Pereira *et al.* (2006), por sua vez, diz que o *grits* é composto por aproximadamente 53,5% de cálcio, na forma de óxido, 0,7% de sódio e pequenas parcelas de outros metais. De acordo com Souza e Cardoso (2008), o *grits* possui em sua constituição cerca de 95,4% de cálcio, 0,76% de sódio e 0,78% de silício, todos na forma de óxido. Com base nos

valores apresentados pela literatura pode-se considerar válida a análise dos metais realizada no *grits*.

Por fim, os resultados encontrados nos ensaios de obtenção do extrato lixiviado e do extrato solubilizado, realizados na argamassa produzida com a mistura areia-*grits* de 0%-100% são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados dos ensaios de obtenção do extrato lixiviado e extrato solubilizado.

Elemento	Elemento lixiviado		Elemento solubilizado	
	Concentração (mg/L)	Limite (mg/L)	Concentração (mg/L)	Limite (mg/L)
Pb	0,600	1,000	0,182	0,010
Cd	0,000	0,500	0,000	0,005
Cu	0,000	-	0,178	2,000
Ni	0,500	-	0,048	-
Mn	27,000	-	0,074	0,100
Mg	768,800	-	0,000	-
Zn	0,000	-	0,020	5,000
Fe	0,800	-	0,000	0,300
Ca	45180,500	-	54,198	-
Na	3731,200	-	3137,198	200,000
A	0,000	1,000	0,000	0,010
Ba	6,613	70,000	0,098	0,700
Cr total	2,000	5,000	0,084	0,050
Se	0,000	1,000	0,000	0,010

Ao analisar os resultados do ensaio de obtenção do extrato lixiviado pode ser verificado que nenhum dos elementos lidos na análise excedeu o limite máximo permitido. Entretanto, quando são analisados os resultados do ensaio de obtenção do extrato solubilizado, pode ser verificado que os elementos chumbo, sódio e cromo total apresentaram valores superiores ao limite máximo permitido.

CONCLUSÕES

Ao analisar os resultados de caracterização física do *grits*, pode-se observar que ele apresenta potencial para ser aplicado com agregado miúdo, uma vez que, ele apresenta propriedades semelhante à areia. Entretanto deve-se tomar o cuidado quanto ao preparo da amostra de *grits*, procurando-se substituir o moinho de bolas por outro equipamento, a fim de que o teor de materiais pulverulentos não seja tão elevado.

Quando submetida ao teste de lixiviação, a argamassa com adição de *grits* não apresentou nenhum elemento com concentração além do limite estabelecido por norma. Portanto, no que se refere à lixiviação ela pode ser utilizada sem restrições. Entretanto, quando submetida ao teste de solubilização, a argamassa apresentou alguns elementos (chumbo, sódio e cromo total) com concentrações superiores aos limites estabelecidos por norma. Deve-se então tomar algumas precauções para o uso da argamassa. Sugere-se a utilização de revestimento com pintura ou impermeabilização para evitar que os elementos solubilizados possam causar contaminação de água e/ou trazer consequências à saúde do homem.

Como não há antecedentes de desempenho para o *grits* sendo utilizado como agregado miúdo, ele pode ser usado desde que se comprove, mediante parecer com base em estudo experimental, que se pode produzir argamassa de qualidade satisfatória.

Em um segundo momento, pretende-se moldar argamassas com diversos teores de *grits*, de modo a proceder aos ensaios de resistência mecânica com as mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 10.005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 10.006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR NM 26**: Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR NM 27**: Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica.**
Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

PAJARA, F. F. D.; TEIXEIRA, J. R.; BISSANI, A.; GIANELLO, C. **Utilização de resíduos sólidos alcalinos de indústrias de celulose na correção da acidez do solo – II aspectos ambientais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. CD rom.

PEREIRA, R. S.; MACHADO, C.C.; LIMA, D. C. **Compactação de misturas solo-grits para emprego em estradas florestais: influência do tempo decorrido entre mistura e compactação na resistência mecânica.** Revista Árvore, vol. 30, n. 3, p. 421-427, Viçosa, 2006.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland.** Editora Globo, 13º Ed. São Paulo, SP, 1998.

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF WASTE PULP (GRITS) FOR THEIR USE IN MORTAR: PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION

ABSTRACT

The grits is a solid inorganic residue generated during the Kraft process for pulp and paper, which has in its composition the major components of Portland cement industry. According to some authors, the grits can be classified as a solid, granular, non-hazardous and non-inert industrial waste. Given this scenario, we propose a study aiming to assess, first, the applicability of grits in mortars, through physical and chemical tests. For the evaluation of physical grits held assays: Determination of the density in saturated surface dry state and water absorption; determination of pulverulent materials, and the determination of granulometric composition. As for chemically evaluate the grits was performed to read the metal concentrations present in the grits and testing of obtaining the leached and

solubilized extract. Finally, it was found that the incorporation of the grits in mortars is a potential alternative.

Keywords: Mortar, grits, reuse of waste.