

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PAPEL KRAFT E GESSO NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS

Mônica Lüpges Dutra¹(monica@setarquitetura.com.br), Keila Kochem¹(keila.kochem@gmail.com),
Edna Possan^{1,2}(epossan@gmail.com)

1 UTFPR – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
2 UNILA– UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

RESUMO

A indústria da construção civil vem contribuindo para o crescimento econômico e social do país, contudo, o setor é também um dos grandes responsáveis pela degradação do meio ambiente, o que tem levado debates à comunidade técnico-científica na busca de alternativas sustentáveis a fim de minimizar os impactos ambientais provocados pelo setor. Deste modo a incorporação de resíduos gerados pela construção civil na produção de novos concretos e argamassas vem se tornando uma alternativa para minimização destes impactos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da incorporação de resíduos de Kraft e resíduos de gesso in natura na produção de argamassas para a fabricação de placas cimentícias decorativas. Para isto, foram confeccionados nove diferentes traços nas proporções de 1:3:0, 1:3:2 e 1:3:3 (cimento: agregados: resíduo de gesso), que tiveram variação de 0,0%, 2,5% e 5,0% de adição de fibra de Kraft em relação à massa de cimento. O Incremento de papel kraft reduziu a resistência à compressão das misturas e aumentou a demanda de água e a resistência à tração na flexão das argamassas produzidas com resíduo de gesso in natura. Os resultados indicaram a viabilidade de produção de argamassas mistas de resíduo de gesso in natura e cimento Portland, uma vez que, apesar da perda de resistência à compressão e tração na flexão, foram produzidas argamassas com resistência superior ao desempenho mínimo exigido por norma.

Palavras-chave: Resíduos de Kraft, Resíduos de Gesso, Argamassa.

USE OF KRAFT PAPER AND GYPSUM WASTE IN THE PRODUCTION OF MORTARS

ABSTRACT

The civil construction industry has been contributing to the economic and social growth of the country, however, the sector is also one of the main responsible for the degradation of the environment, which has led debates to the technical-scientific community in search of sustainable alternatives in order to minimize the environmental impacts caused by the sector. Thus, the incorporation of waste generated by the construction industry into the production of new concrete and mortars has become an alternative to minimize these impacts. Therefore, the aim of this work is to evaluate the effects of incorporation of Kraft and gypsum waste in the production of mortars for the manufacture of decorative cement slabs. For this, nine different traces were prepared in the proportions of 1: 3: 0, 1: 3: 2 and 1: 3: 3 (cement: aggregates: gypsum residue), which had variation of 0.0%, 2.5 % and 5.0% of Kraft fiber addition in relation to the cement mass. The addition of kraft paper reduced the compressive strength of the mixtures and increased the water demand and flexure strength of the produced mortars with in nature gypsum waste. The results indicated the feasibility of the production of mixed mortars of gypsum residue in natura and Portland cement, since, despite the loss of compressive strength and flexural tensile strength, the mortars were produced with a resistance higher than the minimum required by the standard.

Keywords: Kraft waste, Gypsum waste, Mortar.

1. INTRODUÇÃO

Uma grande parcela do PIB (produto interno bruto) se deve ao setor da construção civil, o qual contribui para a economia e o desenvolvimento social do país, sobretudo devido à oferta de financiamento imobiliário que foi alavancado nos últimos anos (SPECK, 2014). No entanto, a



fomentação da indústria da construção civil vem gerando preocupações no âmbito ambiental, uma vez que, a demanda de novas obras aumenta: a extração de recursos naturais não renováveis (LOVATO et al., 2012), a geração de resíduos da construção e demolição (RCD) (YUAN et al., 2012), e, as emissões de CO₂ ao meio ambiente (YOUNG, 2011; LIMA, 2013; POSSAN et al., 2016).

Quando os resíduos da construção e demolição (RCDs), têm seu destino final de forma inapropriada, podem causar a degradação do meio ambiente, afetando o ecossistema e a qualidade de vida da população. A literatura (ALVES, 2016; ANGULO, 2005; PINTO, 1999; JOHN, AGOPYAN, 2001) destaca que os RCD possuem propriedades e origens variadas, sendo que os principais resíduos são: concretos, argamassas, rochas, madeira, tintas, plásticos, embalagens, gesso, metais, entre outros, os quais, possuem elementos agressivos ao meio ambiente.

Os locais de destinação final de resíduos da construção e demolição existentes nos municípios brasileiros, em geral aterro de inertes, não possuem controle nem mesmo registro das quantidades e tipologias de resíduos recebidos na unidade. Também não existem dados concretos de quantificação destes no estado do Paraná, o que dificulta o planejamento da logística reversa do resíduo de gesso (KOCHEM e POSSAN, 2016). Na América Latina a geração de RCD corresponde de 30% a 50% do volume total dos resíduos sólidos produzidos (SCHONS et al. 2013). Para Santos (2005), esse grande percentual de RCD apresenta, além da geração de resíduos e impactos ambientais, um grande desperdício econômico, uma vez que grande parcela dos RCDs pode ser reaproveitada ou reciclada. Para Xiao et al. (2012) e Lovato et al. (2012), a incorporação de novas práticas construtivas, com o reaproveitamento dos resíduos gerados pelo setor, é de suma importância, pois auxiliam na redução de impactos ambientais e culminam em menores custos econômicos.

No que se refere ao resíduo de gesso (RG), Kochem (2016) relata que a dificuldade em avaliar o volume gerado é um dos maiores entraves para sua reciclagem, a qual advém principalmente do fato de os resíduos de gesso, serem na maioria das vezes destinados de forma misturada com outras classes (tipologias) de RCD em caçambas de entulho.

No Brasil, a produção do gesso em 2013 foi de aproximadamente 3.332.991 toneladas (FILHO et al. 2014). Para Castro et al. (2012), Harada e Pimentel (2009), esse elevado consumo de gesso no setor da construção civil, provoca impactos ao meio ambiente, já que 35% deste material é desperdiçado.

Uma vez pertencendo à “Classe B”, segundo a classificação da resolução CONAMA nº431 da tabela 1 (BRASIL, 2011), os resíduos de gesso devem ser reciclados, uma vez que, a destinação inadequada pode gerar contaminação do solo e de lençóis freáticos. Diversos estudos (SALUDES et al. 2008; MUNHOZ, RENOFIO, 2007; NASCIMENTO, PIMENTEL, 2010) destacam que os resíduos de gesso não devem ser dispostos em aterros, lixões ou locais inadequados, devido a capacidade tóxica de liberar íons Ca²⁺ e SO₄²⁻, pois quando em contato com matéria orgânica e umidade, esta contaminação altera as características alcalinas do solo.

Apesar de a literatura descrever que esses resíduos podem ser reaproveitados (CHANDARA et al., 2009; NASCIMENTO, PIMENTEL, 2010; SANTOS et al., 2014), na prática não há iniciativas de logística reversa para o gesso, uma vez que, não existem dados sobre a quantificação da geração, sendo que estudos científicos sobre o aproveitamento deste material ainda são escassos (KOCHEM, 2016).

Pinheiro e Camarini (2015), avaliaram as propriedades químicas e físicas do resíduo de gesso (RG) ao longo de três ciclos de reciclagem sucessivas. Os resultados demonstram que o RG pode ser reciclado diversas vezes para o mesmo fim que não a pasta inicial, uma vez que, apresentaram características semelhantes ao gesso comercial estuque.

Sobre a reciclagem do resíduo de gesso, Erbs et al. (2015) investigaram as propriedades físicas e mecânicas da argamassa de gesso reciclado produzida a partir de RG acartonado, calcinado a diferentes temperaturas (160°C, 180°C e 200°C) e períodos de queima (1, 2, 4 8 e 24 h). Analisando os dados dos autores, nota-se que as temperaturas de queima que conduziram aos melhores resultados foram 160°C e 180°C, com tempo ideal de queima igual a 4 horas.

Tabela 1: Classificação dos RCD segundo CONAMA

Tipo RCD	Definição	Exemplos	Destinações
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	-Resíduos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive de solo proveniente de terraplanagem; -Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassas e concreto; -Resíduos oriundos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	-Plásticos papel/papelão, metais, vidro, madeiras, saco de cimento, oriundos do gesso e outros.	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis	- lã de vidro, entre outros.	Armazenamento, transporte e destinação final conforme norma técnica específica.
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos de processo de construção.	-tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reforma e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Armazenamento, transporte, reutilização e destinação final conforme norma técnica específica.

Fonte: CONAMA 307/2002 e 431/2001, Adaptado de CONAMA (2002; 2011)

Do mesmo modo, a utilização de resíduos de gesso na correção de solos também é uma alternativa a ser considerada. Santos et al. (2014), avaliaram a eficiência do uso de resíduos de gesso provenientes da construção civil em relação ao gesso de jazida, na correção de um Neossolo Flúvico salino-sódico. O resíduo de gesso foi triturado em moinho de bolas e peneirado, sendo utilizado apenas o resíduo de gesso com granulometria inferior a 0,3mm. Os autores concluíram que, a aplicação de resíduos de gesso da construção civil revelou-se eficaz na lixiviação de sais e sódio solúvel de solo salino-sódico, podendo ser recomendada como fonte de cálcio para a recuperação da sodicidade.

As embalagens de Kraft são naturais e multifoliadas, fabricadas com polpas das fibras da espécie *Bambusavulgaris*, uma espécie de bambu capaz de produzir celulose de fibras¹ longas e estreitas. Devido a característica da fibra, a celulose possui a vantagem de ser mais resistente a rasgos (MALHAES, 2008), e também é um recurso renovável, neutro em relação às emissões de CO₂. Além disso, quando comparado às fibras sintéticas, possui baixo custo de produção o que a fez ganhar destaque na construção civil para a embalagem de produtos como cimento, cal e argamassas (MONTEIRO e D'ALMEIDA, 2006; SANTOS e CARVALHO, 2011). Dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC, 2013), apontam que em 2013 foram comercializados 1,08bilhões de embalagens de 50 Kg para o ensaque de cimento, que corresponde a produção de 162mil toneladas de papel.

No que se refere às embalagens de cimento, classificadas como "Classe B" pela Resolução CONAMA 307, apesar de possuírem as mesmas características do papel Kraft, estas, não possuem aceitação de reciclagem devido aos elevados teores de resíduos de aglomerantes, seguindo o processo de destinação de queima, o que gera um dos principais gases do efeito estufa o CO₂ (dióxido de carbono).

Alguns estudos apontam a viabilidade da reciclagem das embalagens de cimento. Junior e Marques (2015), por exemplo, relatam a melhoria da resistência à compressão em concretos, que recebem a adição de Kraft, provenientes de sacos de cimento. Fleming et al. (2015), utilizaram 5% de adição de Kraft em concreto atingindo uma resistência de 11MPa, defendendo assim, seu uso para concretos não estruturais. Buson (2009), analisou o desempenho técnico do resíduo

¹ Possuem seção transversal inferior ao seu comprimento, sendo elementos descontínuos (FIGUEIREDO, 2011).

incorporado aos componentes de terra para vedação vertical, constatando melhor resistência à compressão e desempenho térmico, de modo a potencializar seu uso como paredes corta-fogo. Mármol et al. (2013), incorporaram a celulose do saco de cimento na produção de compósitos cimentícios de baixa alcalinidade, obtendo valores de módulo de ruptura que chegaram a 10,9 MPa, após os 100 ciclos de envelhecimento acelerado.

Neste sentido, o presente estudo visa destacar as vantagens da incorporação de resíduos de gesso e kraft na produção de argamassas, a fim de agregar valor aos resíduos da construção e demolição, gerar desenvolvimento social através de soluções ecológicas e economia de recursos naturais, com o intuito de reduzir os impactos ambientais.

2. OBJETIVO

O presente artigo, tem como objetivo geral avaliar a resistência à compressão e tração na flexão de argamassas, produzidas a partir de resíduos de gesso e de papel Kraft proveniente de embalagens de cimento, ambos gerados de modo rotineiro pelo setor da construção civil.

3. METODOLOGIA

Para a produção das argamassas com resíduo de gesso *in natura* e papel kraft, foi empregado o cimento CP II E 32, areia de origem quartzosa com módulo de finura de 1,39, pó de rocha com diâmetro médio dos grãos de 15,14µm e água. O resíduo de gesso *in natura* (sem calcinação) advém da fabricação de peças para construção civil, e o resíduo de kraft, proveniente de embalagens de cimento foram coletadas em canteiros de obras, na cidade de São Miguel do Iguçu, PR.

Os resíduos de gesso foram submetidos à estufa, a 105°C por período de 72 horas, para remoção de umidade, seguindo para o Moinho de Bolas onde o material permaneceu por 2 horas, a fim de ser desagregado (remoção de grumos devido à hidratação). Posteriormente, o resíduo foi processado em peneira de abertura de 0,60mm e o material passante foi armazenado para uso neste estudo. Já as embalagens de saco de cimento, foram abertas sendo removidas as áreas que possuíam qualquer tipo de resíduos provenientes de cola, argamassas ou concretos, tintas, sujeira, entre outros. Após essa conferência, as embalagens foram picadas manualmente ficando imersas em água por 24 horas, as quais, foram processadas em liquidificador doméstico por 5 minutos, com o intuito de obter uma pasta fibrosa e saturada.

As argamassas foram confeccionadas com os traços 1:0:3, 1:2:3, 1:3:3 (cimento: resíduo de gesso: agregados), com diferentes teores de incorporação de papel kraft (0%; 2,5% e 5%) em relação à massa de cimento, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Traços de argamassas produzidos

Materiais	Traço Nomenclatura*	CP II E32	Agregado miúdo			Resíduo Fibra de papel (%)**
			Areia	Pó de rocha	Gesso	
Traço 1	0RG-0,0%RP	1	1,5	1,5	0	0,0
Traço 2	0RG-2,5%RP	1	1,5	1,5	0	2,5
Traço 3	0RG-5,0%RP	1	1,5	1,5	0	5,0
Traço 4	0RG-0,0%RP	1	1,5	1,5	2	0,0
Traço 5	2RG-2,5%RP	1	1,5	1,5	2	2,5
Traço 6	2RG-5,0%RP	1	1,5	1,5	2	5,0
Traço 7	0RG-0,0%RP	1	1,5	1,5	3	0,0
Traço 8	3RG-2,5%RP	1	1,5	1,5	3	2,5
Traço 9	3RG-5,0%RP	1	1,5	1,5	3	5,0

* **0RG-2,5%RP**: 0GR = resíduo de gesso (GR), no caso é zero, e 2,5%PR= resíduo de papel (RP), no caso é 2,5%.

** A utilização da fibra de papel foi em % sobre a massa de cimento.

Para as dosagens dos traços confeccionados, foram realizados ensaios de massa unitária da areia, pó de rocha e do resíduo de gesso, seguindo a NBR NM 45 (ANBT, 2006) e a NBR NB 3468 (ABNT, 1991), respectivamente (ver tabela 3).

Tabela 3: Massa unitária da areia, pó de rocha, gesso e cimento.

Material	Massa Unitária (kg/dm ³)	Media (kg/dm ³)	Validação
Areia	1,51	1500	0,01
	1,51		0,00
	1,48		0,01
Pó de mármore	0,84	840	0,00
	0,83		0,00
	0,85		0,00
Gesso não hidratado	0,79	790	0,00
	0,79		0,00
	0,79		0,00
Resíduos gesso	0,57	570	0,00
	0,56		0,00
	0,58		0,00

Conforme a NBR13207 (ABNT, 1994), o gesso deve possuir uma massa unitária superior a 700 Kg/m³, sendo que o valor obtido no gesso não hidratado é de 790 Kg/m³, já o resíduo de gesso apresentou valor inferior (570 kg/m³). Contudo, se comparar o valor obtido no resíduo de gesso, com os valores apresentados por Savi et al. (2013) na tabela 4, é possível observar que a massa unitária do resíduo de gesso estudada está condizente com a literatura, excetuando os dados de Antunes (1999), que encontrou valores da ordem de 1100 kg/m³.

Tabela 4: Módulo de finura x massa unitária do gesso reciclado

Fonte	Módulo de finura	Massa Unitária (Kg/m ³)
Harada e Pimentel (2009)	0,66	580,00
	0,69	620,00
	0,72	530,00
Lima e Camarini (2011)	0,47	447,65
	0,24	1.033,00
Antunes (1999)	0,15	1.133,81
	0,27	1.109,73
	0,48	640,00
Fiano e Pimentel (2009)	0,47	590,00
	0,26	590,00
Kochem (2016)	-	550,00
		640,00

Fonte: Adaptado de Savi et al.(2013)

Para a produção das argamassas, foi fixado a consistência da mistura em 320mm (± 20 mm), por meio de ensaio de mesa de queda livre, a qual respeitou a NBR 13276 (ABNT, 2005), ocorrendo a variação do teor de água para todas as misturas, a fim de obter a consistência desejada.

Para análise das propriedades físicas e mecânicas, foram produzidos 18 corpos de prova cilíndricos, de 50mm de diâmetro por 100mm de altura, e 3 prismáticos, com dimensões de 160mm de comprimento e seção transversal de 40x40mm, para cada traço confeccionado. O ensaio de resistência à compressão, foi realizado nas dependências do Laboratório de Concreto da Itaipu Binacional, com prensa hidráulica universal da marca AMSLAR. As rupturas dos corpos de prova foram realizadas com idades de 7, 14 e 28 dias, sendo que cada idade respeitou o uso de 6 corpos de prova cilíndricos, conforme estipulado na NBR13279 (ABNT, 2005).

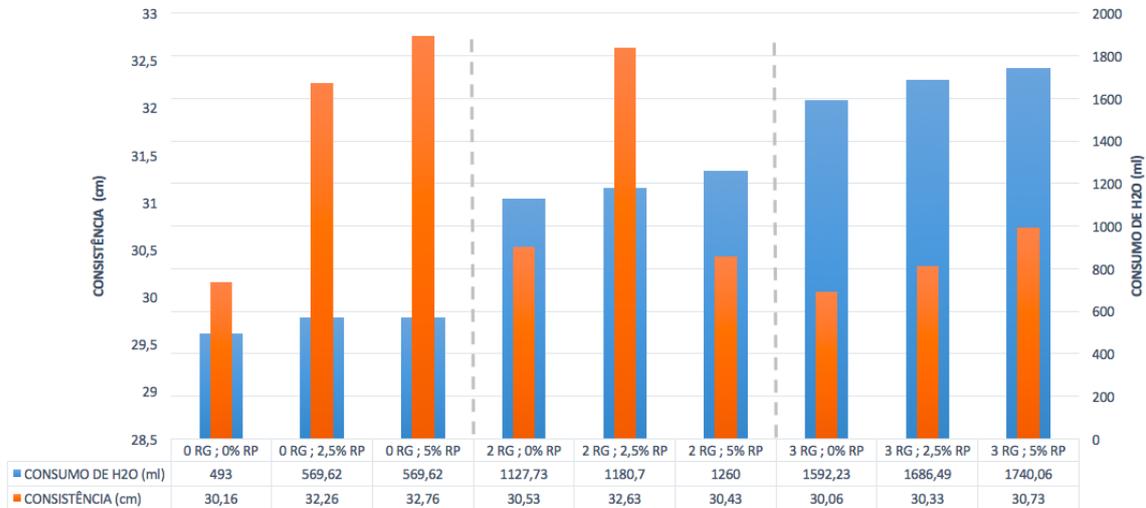
O ensaio de tração na flexão foi realizado com os corpos de prova prismáticos, de 160mm de comprimento com seção de 40x40mm, com idade de 28 dias. Para tal ensaio, se fez uso da prensa hidráulica da marca EMIC, modelo PCE 100C, a execução do ensaio atendeu à NBR 13279 (ABNT, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes da realização das análises dos resultados das propriedades mecânicas, se fez necessário observar o comportamento do consumo de água, em função da consistência de 320mm (± 20mm) de diâmetro. É possível analisar na Figura 1, que quanto maior a incorporação de resíduos de gesso e de Kraft, maior o consumo de água das misturas. As argamassas que apresentaram menor consumo de água, foram as sem adição de resíduo de gesso (0GR), sendo que a

incorporação de papel kraft aumentou a demanda de água para todas as misturas (com e sem o resíduo de gesso).

Figura 1: Consistência X consumo de H₂O



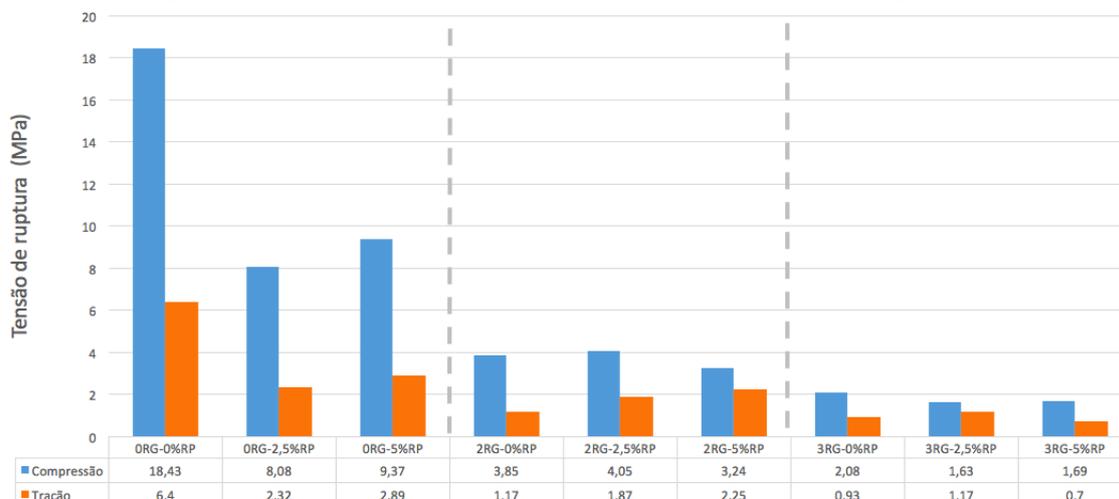
Com base na análise de consumo de água, é possível compreender o comportamento das argamassas, quando submetidas aos ensaios de resistência à compressão e resistência de tração na flexão. Todas as argamassas perderam resistência, pois quanto maior o consumo de água menor esta propriedade.

Na Figura 2, nota-se que as argamassas que receberam resíduos na sua mistura apresentaram queda na resistência, quando comparadas à mistura de referência (0RG-0%RP). Observa-se que quanto maior o incremento no traço de resíduo de gesso *in natura*, menor a resistência à compressão e à tração na flexão das argamassas. As argamassas produzidas com o traço 1:2:3 apresentaram resistência à compressão, aproximadamente 50% superior, às argamassas com traço 1:3:3. Na resistência à tração na flexão, a perda de resistência foi menor, em torno de 20% para o traço 1:3:3 em relação ao traço 1:2:2.

Quando as argamassas, com adição de papel kraft, percebe-se um pequeno ganho de resistência à tração na flexão, para os traços confeccionados com resíduo de gesso *in natura*, com exceção da mistura 3RG-5%RP, que revelou queda nesta propriedade. Tal fato, denota que o papel kraft pode ter atuado como fibra na mistura, agindo de forma direta na melhora da resistência à tração do material. Contudo, a adição do papel causou redução da resistência à compressão para todas as misturas, com restrição da 2RG-2,5%RP, que teve pequeno aumento quando comparada à sem papel (2RG-0%RP).

Tendo em vista, que a incorporação de resíduo de gesso *in natura* aumentou a demanda de água das misturas, a perda de resistência mecânica pode estar associada a este fato, uma vez, que a resistência é inversamente proporcional à demanda de água.

Figura 2: Comparação entre a resistência à compressão e resistência de tração na flexão.



Destaca-se que mesmo com as perdas de resistência à compressão e tração na flexão, a maioria das argamassas produzidas, apresentou desempenho superior ao exigido pela NBR 13281 (ABNT, 2005), verificando assim, a potencialidade da produção de argamassas, com incorporação de resíduos de gesso e kraft, apresentadas neste estudo.

5. CONCLUSÃO

No presente estudo, constatou-se que a adição de resíduo de gesso *in natura* e de papel kraft, aumentou a demanda de água das misturas, a fim de obter uma mesma consistência, sendo que as misturas produzidas apenas com resíduos de papel Kraft e resíduo de gesso *in natura*, apresentaram melhor resistência à tração na flexão, sob as demais argamassas.

As argamassas com resíduo de gesso *in natura* e Kraft, na proporção de 1:2:3 (cimento: resíduo de gesso: agregados), apresentaram resistência à compressão superior a 3,24 MPa, valor considerado satisfatório para argamassas mistas de cal e cimento, pela NBR 13281 (ABNT, 2005), para as classes P1, P2 e P3.

O estudo de incorporação de resíduos da construção civil, para a produção de novas técnicas e/ou produtos, será sempre um desafio aos pesquisadores, pois há uma gama de resíduos gerados e várias possibilidades à incorporação destes. Neste sentido, maiores estudos devem ser desenvolvidos, a fim de comprovar a influência do papel kraft, bem como a dos resíduos de gesso *in natura*, nas propriedades mecânicas das argamassas, com o intuito de verificar sua aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NB 3468: Gesso para a Construção: Determinação das propriedades físicas do pó.** Rio de Janeiro, 1991.5p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios.** Rio de Janeiro 2006. 8p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13207: Gesso para a construção civil.** Rio de Janeiro, 1994. 2p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2005. 3p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.279: Argamassa para Assentamento de Paredes e Tetos: Determinação da Resistência à Tração na Flexão e à Compressão.** Rio de Janeiro, 2005. 9p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.281: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005. 7p.

ALVES, L. S.. **Influência da adição de fibras de celulose (papel Kraft) nas características dos blocos de concreto não estrutural.** 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2016.

ÂNGULO, S. C.. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos.** 2005. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ANTUNES, R. P. N.. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso.** 1999. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 431 de 25 de Maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução no 307/2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BUSON, A.M. **KRAFTTERRA: Desenvolvimento e Análise Preliminar do Desempenho Técnico de Componentes de Terra com a Incorporação de Fibras de Papel Kraft Proveniente da Reciclagem de Sacos de Cimento para Vedação Vertical.** 2009. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CASTRO A.P.G., TESTOLIN R.C., JANKE L., CORRÊA A.X., RADETSKI C.M. Incorporation of gypsum waste in ceramic block production: Proposal for a minimal battery of tests to evaluate technical and environmental viability of this recycling process. **Waste Management**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.153-157, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.08.019>.

CHANDARA C. AZIZLI K.A.M., AHMAD Z.A., SAKAI E. Use of waste gypsum to replace natural gypsum as set retarders in Portland cement. **Waste Management**, [s.l.], v. 29, n. 5, p.1675-1679, maio 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2008.11.014>.

ERBS, A.; NAGALLI, A.; MYMRINE, V.; CARVALHO, K. Q. Determinação das propriedades físicas e mecânicas do gesso reciclado proveniente de chapas de gesso acartonado. **Cerâmica**, [s.l.], v. 61, n. 360, p.482-487, dez. 2015. Fap UNIFESP. <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613601930>.

FIANO, M. B. S. e PIMENTEL, L.L. Estudo de Viabilidade do Reaproveitamento do Gesso: Queima Rápida. In: XIV ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC- CAMPINAS - ISSN 1982-0178, 14., 2009, Campinas. **Anais...** .Campinas: PUC, 2009. p.4.

FILHO. A.A.Q. NETO A.A.A. DANTAS J.O.C. **Gipsita: Sumário Mineral.** Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2014. 2 p.

FLEMING, R., SOARES W., GONZALES E. G., FERREIRA, C. A.. Caminhos para a sustentabilidade na produção de concretos. **Educação Ambiental em Ação**, v. 54, p. 1, 2015. ISSN 1678-0701

HARADA, E. PIMENTEL, L.L. Estudo de Viabilidade do Aproveitamento de Gesso: Queima Lenta. In: XIV ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC- CAMPINAS - ISSN 1982-0178, 14., 2009, Campinas. **Anais...** .Campinas: PUC, 2009. p.4.

JOHN, V. M. & AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. In: RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2001, São Paulo. **Seminário**. São Paulo: Cetesb e Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 2001. p.12.

JUNIOR, N. J. C.; MARQUES, L. S.. Análise da resistência à compressão do concreto com adição de fibras de papel: provenientes de sacos de cimento triturados. **Prêmio Arlindo Fragoso de Tecnologia e Inovação**, Edição 2016. 1ed.Salvador:, 2015, v. 1, p. 42-

KOCHEM, K. **Potencialidades de logística reversa do resíduo de gesso da indústria da construção civil**. 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado) –Curso de Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

KOCHEM, K.; POSSAN, E. Reciclagem de resíduo de gesso pela indústria da construção civil brasileira: Aspectos gerais. In: Reunião de Estudos Ambientais, 6º, 2016, Nova Petrópolis, RS. **Anais...**, 2016.

LIMA, F. M. R. S. **A formação da mineração urbana no Brasil: reciclagem de RCD e a produção de agregados**. 2013. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LOVATO P.S., POSSAN E., MOLIN D.C.C.D., MASUERO A.B., RIBEIRO J.L.D. Modeling of mechanical properties and durability of recycled aggregate concretes. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.437-447, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.043>.

MALHAES, A.S. **Caracterização da cadeia produtiva do bambu no Brasil: abordagem preliminar**. 2008. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Silvicultura, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MÁRMOL G., SANTOS S.F., SAVASTANO H., BORRACHERO M.V., MONZÓ J., PAYÁ J. Mechanical and physical performance of low alkalinity cementitious composites reinforced with recycled cellulosic fibres pulp from cement kraft bags. **Industrial Crops And Products**, [s.l.], v. 49, p.422-427, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.051>.

MONTEIRO S.N. D'ALMEIDA, J. R. M. Ensaios de Pullout em fibras lignocelulósicas: uma metodologia de análise. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [s.l.], v. 11, n. 3, p.189-196, set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-70762006000300004>.

MUNHOZ, F.C. RENOFIO, A. Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para a P+L. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007. p.10.

NASCIMENTO, F.J.F. PIMENTEL L. L. REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE GESSO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais...** .Canela: Entac, 2010. p. 10.

PINHEIRO, S. M. M.; CAMARINI, G. Characteristics of Gypsum Recycling in Different Cycles. **International Journal of Engineering And Technology**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.215-218, jun. 2015. IACSIT Press. <http://dx.doi.org/10.7763/ijet.2015.v7.794>.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POSSAN, E.; FELIX, E. F.; THOMAZ, W. A.. CO₂ uptake by carbonation of concrete during life cycle of building structures. **Journal OF Building Pathology And Rehabilitation**, [s.l.], v. 1, n. 1,

p.1-9, 21 out. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s41024-016-0010-9>.

SALUDES R.B. IWABUCHI K., MIYATAKE F., ABE Y., HONDA Y. Characterization of dairy cattle manure/wallboard paper compost mixture. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 99, n. 15, p.7285-7290, out. 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.080>.

SAVI O. SOUZA R.A., FILHO A.M.M., ROMERA G., PEREIRA J.J. Massa Unitária do gesso reciclado e convencional. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 4., 2013, Maringá. **Anais...** Maringá: ENTECA, 2013. p. 11.

SANTOS, L. R. CARVALHO, P. E. F. Prática sustentável na construção civil por meio do reuso de sacos de cimento e de cal na produção e melhoria de argamassas de assentamento. In: FERREIRA C.S.C (Brasil). Construtora Norberto Odebrecht. **Premio Odebrecht para o Desenvolvimento Sustentável: Livro Comemorativo 2011**: copilado dos melhores projetos. Rio de Janeiro: Construtora Norberto Odebrecht, 2011. p. 9-30.

SANTOS P.M., ROLIM M.M., DUARTE A.S., BARROS M.F.C., SILVA E.F.F. Uso de resíduos de gesso como corretivo em solo salino-sódico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p.95-103, jan/mar. 2014.

SANTOS, R. J. Betão com agregados grossos reciclados de betão. São Paulo, SP. **Revista Concreto**, p. 10-14, ISSN 1806-9673, IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, 2005. SCHONS, F. F.; SALAZAR, I. J. V.; ATAUJE, D. W.; POSSAN, E. Resíduos de construção e demolição na América Latina: Estudo preliminar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL, 2013, Toledo: **Anais...** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

SINDICATO NACIONAL DA INDUSTRIA DO CIMENTO (Brasil). **Relatório Anual de 2013**. Rio de Janeiro, 2013. 40 p.

SPECK, J.A. **Análise do desempenho de placas cimentícias através da adição de fibras e telas, visando a redução de deformações térmicas e patologia**. 2014. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

XIAO, J.; XIE, H.; ZHANG, C. Investigation on building waste and reclaim in Wenchuan earthquake disaster area. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 61, p.109-117, abr. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.01.012>.

YUAN H., CHINI A.R. LU Y., SHEN L. A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. **Waste Management**, [s.l.], v. 32, n. 3, p.521-531, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.11.006>.

YOUNG, C. E. F. Potencial de crescimento da economia verde no Brasil. **Política Ambiental: Economia Verde: Desafios e Oportunidades**, Belo Horizonte, v. 8, p.88-110, jun. 2011. ISSN 1809-8185.