

ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO CONCRETO PRODUZIDO COM AGREGADO RECICLADO

Maria Alinne Pires Matias¹; Larissa Erika Frazão Bezerra²; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça³

¹Universidade Federal de Campina Grande, mariaalinnematias@hotmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande, larissaerika12@gmail.com

³Universidade Federal de Campina Grande, ana.duartemendonca@gmail.com

Resumo: As atividades da indústria de rochas ornamentais geram enormes quantidades de resíduos sólidos, que impactam negativamente o meio ambiente. O concreto é obtido por meio da mistura adequada de cimento, agregado fino e agregado graúdo e água. Em algumas situações são incorporados produtos químicos ou outros componentes, como microsíllica, polímeros etc. O presente estudo tem como objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas do concreto incorporado com resíduo de mármore em pó, gerado durante o beneficiamento das placas de mármore. Foi realizado o estudo da dosagem para determinação do proporcionamento dos materiais a partir da metodologia da ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland e determinação do traço, em seguida foram moldados corpos de prova nas dimensões de 10 cm x 20cm com substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de mármore nos percentuais de 10% e 20% e foram determinadas a propriedade física de absorção por imersão em água e as propriedades mecânicas de resistência à compressão simples e de Resistência à tração.. O reaproveitamento do resíduo de pó de mármore também contribuirá para minimizar o impacto ambiental da indústria de rochas ornamentais.

Palavras-chave:

Compósito, resíduo, propriedades.

Introdução

O pó de mármore e o pó de granito são uns dos materiais descartados pela indústria e que já apresentam estudos realizados nesta área e mostram que estes resíduos de atividades do seu beneficiamento podem ser utilizados na construção civil como substituição ou incorporação, reduzindo impactos ambientais decorridos da produção, bem como a destinação do descarte deste material. (SANGALLI *et al.* 2013).

O desenvolvimento sustentável, modelo de produção adotado largamente no mundo atualmente, vêm ganhando força na área da construção civil, tanto para preservar o meio ambiente como para a redução de custo final de projetos com a reutilização de muito do que costumava ir para o lixo, incluindo entulhos de construção triturados. Estes rejeitos tendem a ser parte integrante de argamassas ou peças de concreto com baixa responsabilidade, devido ao ser grau de pureza e confiabilidade abaixo do padrão. Essa filosofia de sustentabilidade é baseada na conservação ambiental onde o aproveitamento selecionado dos resíduos fazem parte de um ecossistema para controlar o nível de resíduos e determinar o nível de

comprometimento da geração atual para com o futuro (BRANDÃO, 2013).

As questões ambientais recebem por parte de toda a sociedade uma significativa atenção e, de certa forma, tornam-se uma preocupação em termos de preservação dos recursos naturais e redução dos impactos ambientais proporcionados pelo desenvolvimento humano e pelo emprego das novas tecnologias. Desta forma, a reciclagem ou reutilização de materiais poluentes vem contribuindo para atender aos anseios da sociedade na busca de um desenvolvimento sustentável (GALVÃO *et al.* 2008).

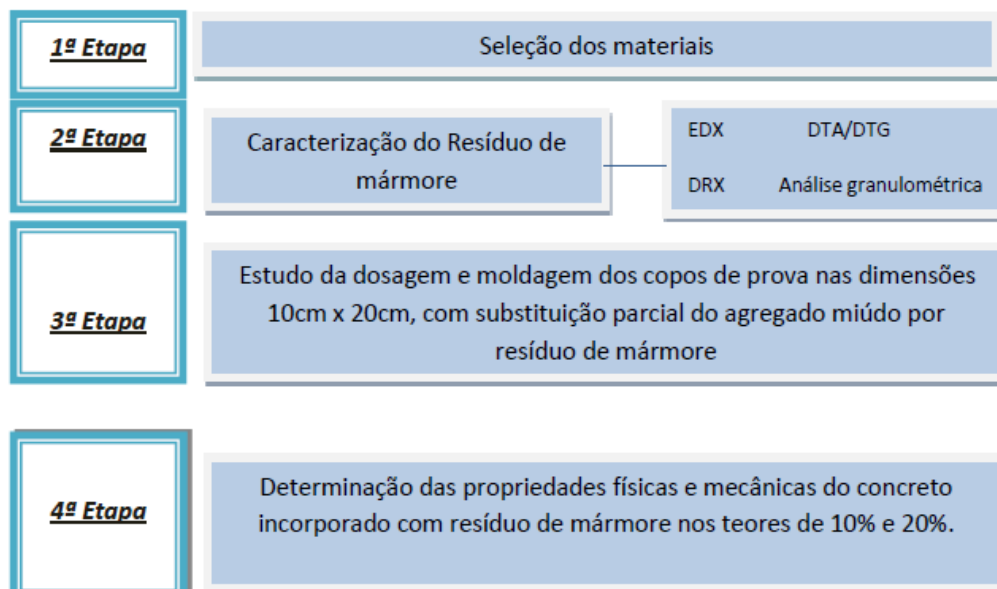
Também podemos utilizar alguns tipos de resíduos incorporado ao concreto com o fim de melhorar suas propriedades física, mecânica e química. Como exemplo podemos citar o uso de Politereftalato de Etileno micronizado (PET) na confecção do concreto, com o fim de determinar sua durabilidade (MENDONÇA, 2016).

Sabendo-se dessas problemáticas ambientais houve a motivação para desenvolver este trabalho que tem como objetivo a avaliação das propriedades físicas e mecânicas do concreto incorporado com resíduo de mármore em pó.

Metodologia

A Figura 1 ilustra o Fluxograma das etapas da pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma das etapas da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Seleção dos materiais: Nesta etapa foram selecionadas as matérias-primas convencionais utilizadas para a produção do concreto que são cimento, agregado graúdo e agregado miúdo.

Caracterização do resíduo de mármore: Foram realizados ensaios de caracterização física, química e mineralógica para o resíduo de mármore, dentre eles, pode destacar a Análise química – EDX, a Difração de raios-X – DRX, a Análise Granulométrica por difração a laser e a Análise Térmica Diferencial (ATD) e termogravimétrica (TG).

Estudo da dosagem dos materiais: A dosagem dos materiais foi realizada de acordo com a metodologia da ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, a partir da caracterização do agregado graúdo, miúdo e do cimento e do estabelecimento do fator água/cimento, foi realizado o estudo da dosagem, determinando-se o seguinte traço: 1:2,44:1,87:0,54 , com fator água cimento (fa/c) de 0,54, abatimento do tronco do cone de 40 – 60 (mm) e resistência requerida de 20Mpa. Em seguida, determinou os teores de substituição do agregado miúdo por resíduo de mármore e as idades de controle que foram utilizadas para determinação das propriedades físicas e mecânicas do concreto.

Moldagem dos corpos de prova: Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 10cm x 20cm com substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de mármore nos percentuais de 10% e 20%.

Determinação das propriedades físicas e mecânicas do concreto incorporado com resíduo de mármore: foram determinadas a propriedade física de absorção por imersão em água e as propriedades mecânicas de resistência à compressão simples e de Resistência à tração.

A Tabela 1 apresenta o quantitativo de material utilizado para produção dos corpos de prova deste estudo.

Tabela 1 – Quantitativo de material utilizado para produção dos corpos de prova.

Porcentagem	Cimento	Ag. Graúdo	Ag. Miúdo	Re. Marmóre
0%	7,788 kg	46,464 kg	27,3 kg	0 kg
10%	7,788 kg	46,464 kg	24,57 kg	2,73 kg
20%	7,788 kg	46,464 kg	21,84 kg	5,46 kg

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Resultados e discussão

Caracterização Química:

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para a caracterização química por fluorescência de raios-X do resíduo de mármore em pó.

Tabela 2 - Caracterização química por fluorescência de raios-X do resíduo de mármore.

Composição	PF	CaO	MgO	SiO ₂	K ₂ O	SO ₃	Outros
Resíduo de Mármore	34,13%	51,02	10,03	2,06	1,22	0,52	1,02

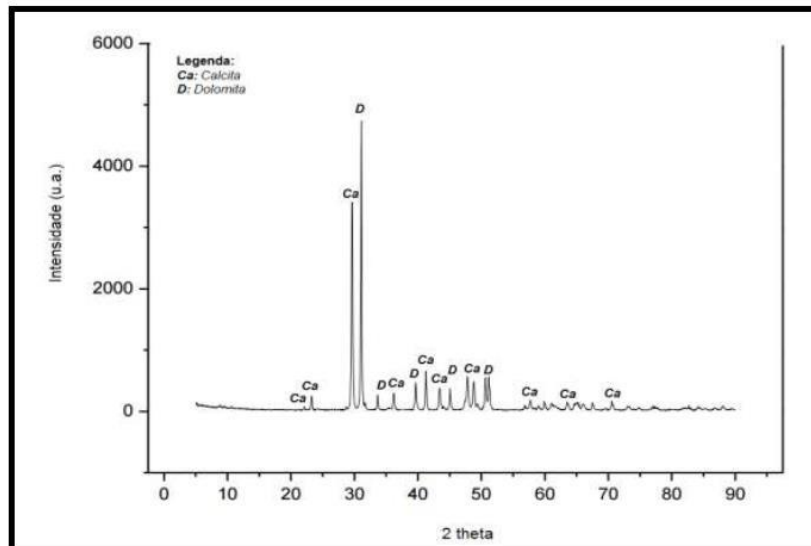
PF = PERDA AO FOGO

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o resíduo de pó de mármore apresenta em sua composição majoritária CaO (51%), MgO (10%) e SiO₂ (2%).

A Figura 2 ilustra o difratograma de raios-X do resíduo de mármore em pó.

Figura 2 - Difratograma de raios-X do resíduo de mármore em pó.

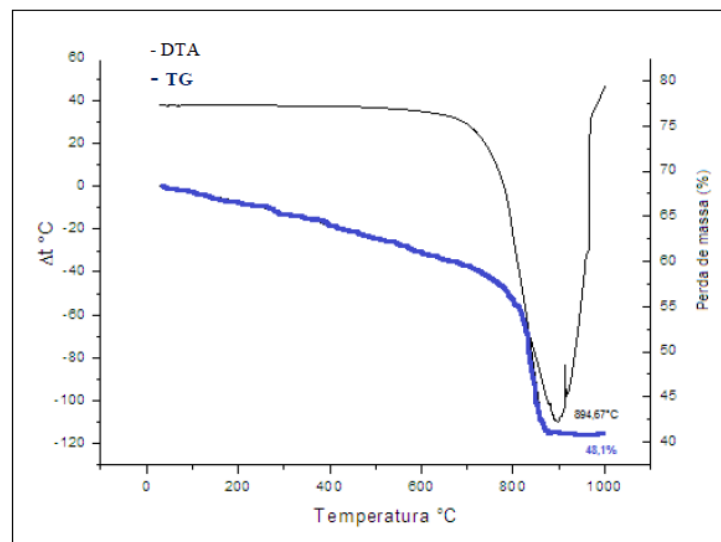


Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com os resultados obtidos para o Difratograma de raios-X do resíduo do mármore em pó, verifica-se a presença das fases mineralógicas: Calcita e Dolomita, principais constituintes das rochas carbonáticas.

A Figura 3 ilustra as curvas de análise termodiferencial e termogravimétrica do resíduo de mármore em pó.

Figura 3 - Análise termodiferencial e termogravimétrica do resíduo de mármore.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

De acordo com os resultados ilustrados na a Figura 3, referente ao comportamento térmico do resíduo de mármore em pó, verifica-se a ocorrência de um pico endotérmico com um máximo em 894,67°C, referente a decomposição do Carbonato de Cálcio. De acordo com a curva termogravimétrica, observa-se que houve uma perda de 48,1%, equivalente a 36,31mg. A Tabela 3 apresenta a composição granulométrica do resíduo de mármore em pó.

Tabela 3 - Composição granulométrica do resíduo de mármore em pó.

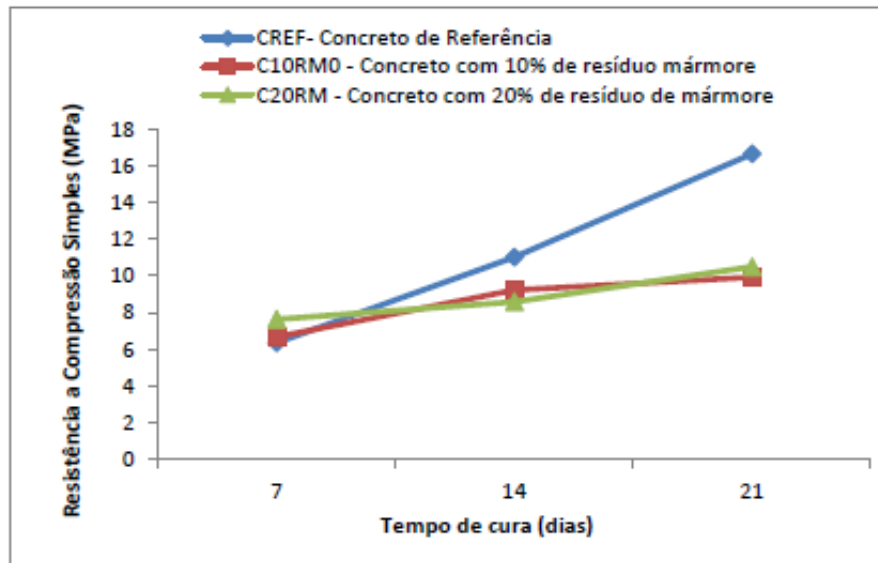
Amostra	Componentes %		
	Argila	Silte	Areia fina
Resíduo de mármore	4,6	95	0,4

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Caracterização mecânica:

A Figura 4 ilustra os resultados obtidos para o ensaio de determinação da resistência a compressão simples para os corpos de prova de referência, e com 10% e 20% de resíduo de mármore em pó.

Figura 4 - Resistência a compressão simples do concreto em estudo.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

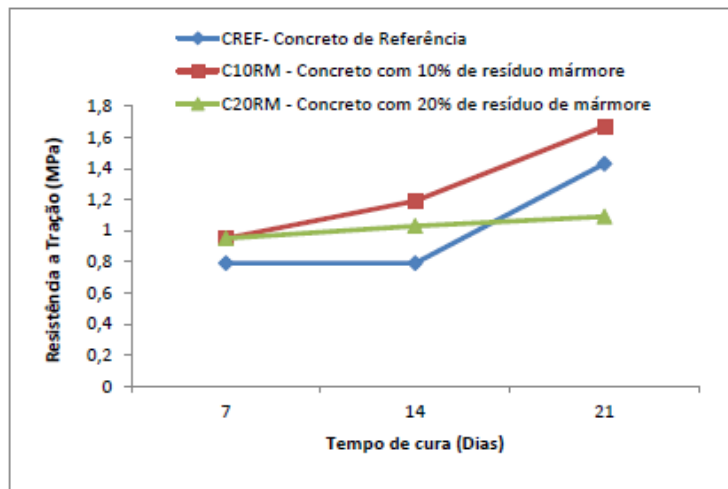
De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, verifica-se que a substituição do agregado miúdo convencional por resíduo de mármore, promoveu a redução da resistência a compressão simples para todas as idades de cura, quando comparada ao concreto de referência.

Observou-se aos 21 dias de cura, que a substituição do agregado miúdo convencional (área quartzosa) por resíduo de mármore ocasionou uma redução de resistência da ordem de 40,33% e 36,9% respectivamente para os teores de 10% e 20%.

De acordo com a norma da ABNT NBR 6118/2014, aos 21 dias de cura o concreto deve apresentar resistência de 96% em relação à resistência requerida no projeto, assim os resultados obtidos neste estudo não satisfazem aos parâmetros normativos.

A Figura 5 ilustra os resultados obtidos para o ensaio de resistência a tração por compressão diametral para os corpos de prova de referência e com 10% e 20% de resíduo de mármore.

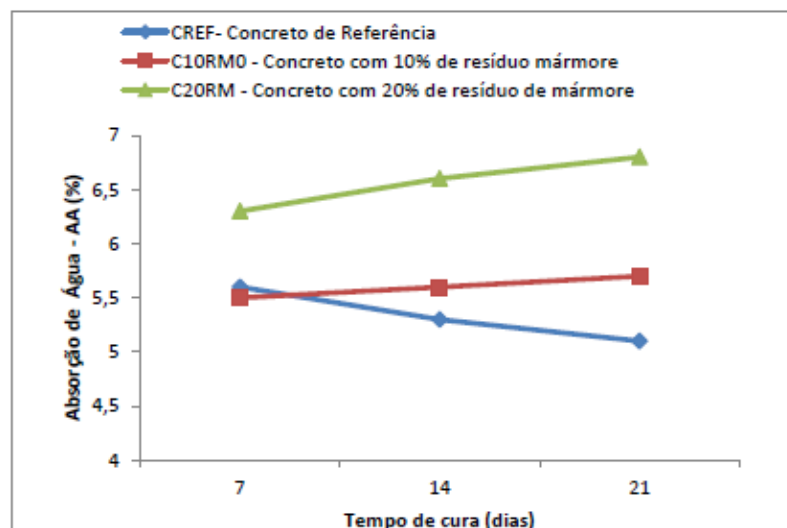
Figura 5 - Resistência à tração por compressão diametral.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Conforme resultados obtidos, verifica-se o resíduo de mármore promoveu variações na resistência à tração por compressão diametral do concreto em estudo, no entanto os valores obtidos indicam que o teor de substituição de 10% promoveu a melhoria desta propriedade. A Figura 6 ilustra os resultados obtidos para a absorção de água dos corpos de prova de concreto utilizados neste estudo.

Figura 6 – Resultados obtidos para a absorção.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

De acordo com a Figura 6, observa-se que o resíduo de mármore quando em substituição ao

agregado miúdo promoveu em leve aumento da absorção de água do concreto.

Concretos com maior índice de vazios estão mais propensos ao surgimento de trincas, defeitos e conseqüentemente a uma menor resistência a compressão simples.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, pode-se considerar que:

- O resíduo de mármore apresenta uma composição química similar a matérias-primas convencionais utilizadas na construção civil para produção de concretos e argamassas; as fases mineralógicas presentes no resíduo de mármore são Calcita e Dolomita; sua granulometria assemelha-se a do cimento e de outras matérias-primas utilizadas na construção civil. Do ponto de vista granulométrico, o resíduo de pó de mármore estudado é rico em partículas nas frações silte;
- A utilização do resíduo de mármore em concreto, visando à substituição parcial do agregado miúdo contribui significativamente para redução do descarte deste material no meio ambiente, além de agregar valor ao resíduo indesejável;
- Apesar da resistência a compressão não ter sido atendida pela norma, devido a problemas de moldagem e/ou manuseio da prensa, o resíduo de mármore apresenta características favoráveis a serem utilizados como insumo na construção civil.
- Com o uso do resíduo de pó de mármore na construção, haverá uma significativa redução do despejo inadequado deste material, que diminuirá o impacto ao meio ambiente.
- De acordo com os resultados apresentados, verifica-se a redução da resistência a compressão simples para todas as idades de cura, quando comparada ao concreto de referência.
- Conforme resultados obtidos, verifica-se o resíduo de mármore promoveu variações na resistência à tração por compressão diametral do concreto em estudo, no entanto os valores obtidos indicam que o teor de substituição de 10% promoveu a melhoria desta propriedade.
- De acordo com os resultados, observa-se que o resíduo de mármore promoveu em leve aumento da absorção de água do concreto.

Referências

ABNT NBR 5738:2008 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

ABNT NBR 5739:2007 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

ABNT NBR 7211:2009 – Agregados para Concreto - Especificações

ABNT NBR 7215:1996 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.

ABNT NBR 8953:2015 Concreto para fins estruturais. 3ª Ed. 2015.

ABNT NBR 9778:2005 - Argamassas e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.

ABNT NBR 12142:2010 - Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos.

BRANDÃO, A. C. L. **Análise de características do concreto com adição de raspas de pneu e pó de mármore.** São Paulo, 2013.

GALVÃO, J. C. A.; PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; LOBO, L. F. M.; Concreto com Adição de Materiais Poliméricos Reciclados. In: **50º Congresso Brasileiro do Concreto.** Anais... Salvador: Ibracon, 2008.

MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves. D.; **Determinação da durabilidade do concreto dosado com pet micronizado: ataque por ação da chuva.** ANAIS DO 58º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2016 – 58CBC2016, 2016.

SANGALLI, T.; BRITES, B. G.; NEIVOCK, M. P.; FORMAGINI S.; Confecção de concreto autoadensável com a utilização do resíduo proveniente



do beneficiamento de granito e mármore. Anais do 55º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, 2013.