

Análise da Resistência Mecânica – Substituição do Agregado Miúdo por Resíduos de Mármore

FRANCINELSON PENHA DINIZ

Estudante Bacharel em Engenharia Civil
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

GLAUBER DO VALE DE MEDEIROS

Estudante Bacharel em Engenharia Civil
Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

JOSÉ ROBERTO ABREU

Engenheiro Civil Laureate International Universities/UNINORTE (Brazil)

Murilo Ferreira dos Santos

Engenheiro Civil (Brasil)

Darlei dos Anjos Lavor

Técnico em Laboratório Laureate International Universities
/UNINORTE (Brasil)

Abstract

Since 1970, the theme of innovation has attracted the interest of researchers, academics and entrepreneurs. In the last decade, innovation has come to be recognized as an essential factor for the competitiveness of organizations and has been included in their strategic agendas. Several studies show a strong correlation between innovation and economic development, productivity and organizational performance (STOECKICHT; SOARES, 2009). The objective of this research is to analyze the mechanical strength of a mortar with the replacement of the small aggregate by marble residues. Materials relevant to mortar were characterized (conventional and with 25% of marble residues replacing the small aggregate), so that adequate dosages for mortars were made. The results of the analysis of the mechanical strength of the mortar in comparison with the mortar replacing the small aggregate with marble residues exceeded the expectations of this research.

Key words: Mortar. Marble residues. Small aggregate.

1. INTRODUÇÃO

Desde 1970, o tema da inovação tem atraído o interesse de pesquisadores, acadêmicos e empresários. Na última década, a inovação passou a ser reconhecida como um fator essencial para a competitividade das organizações e foi incluída em suas agendas estratégicas. Vários estudos mostram uma forte correlação entre a inovação e o desenvolvimento econômico, produtividade e desempenho organizacional (STOECKICHT; SOARES, 2009).

A resistência à compressão é a propriedade do concreto adotada por ocasião do dimensionamento da estrutura e, portanto, está diretamente relacionada à segurança e estabilidade dimensional (HELENE; PACHECO, 2013). Além disso, historicamente a resistência mecânica do concreto é o parâmetro mais empregado para se avaliar a qualidade do material, embora se saiba que para determinadas aplicações outras características são exigidas (ANDRADE; TUTIKIAN, 2011).

De acordo com o Boletim Técnico (BT) da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), tem-se como definição de cimento Portland:

É a denominação convencionada mundialmente para o material usualmente conhecido na construção civil como cimento. O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais (BT 106, 2003).

Além disso, o BT 106(2003) afirma que o cimento Portland, misturado com água e outros materiais de construção, tais como a areia, a pedra britada, o pó-de-pedra, a cal e outros, resulta nos concretos e nas argamassas usadas na construção de casas, edifícios, pontes, barragens etc.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), afirma que:

A palavra cimento é originada do latim *caementu*, que designava na velha Roma espécie de pedra natural de rochedos e não esquadrejada. A origem do cimento remonta há cerca de 4.500 anos. Os monumentos do Egito antigo já utilizavam uma liga constituída por uma mistura de gesso calcinado. As grandes obras gregas e romanas, como o Panteão e o Coliseu, foram construídas com o uso de solos de origem vulcânica da ilha grega de Santorini ou das proximidades da cidade italiana de Pozzuoli, que possuíam propriedades de endurecimento sob a ação da água (SNIC, 2006, p.1).

O cimento é o principal componente do concreto e das argamassas. Por ser o mais ativo quimicamente, tem a função de unir os agregados e contribuir para alcançar a resistência final desejada (CABRAL; AZEVEDO, 2011).

Por ser o material mais consumido na construção civil seu custo passou a ser mais elevado. Pensando nisso, esta pesquisa adapta o material proveniente de resíduos de mármore na substituição de 20% de cimento.

Os resíduos de mármore foram adequados a granulometria do cimento (material passante na peneira de nº 200, com a abertura da malha de 75µm) para que fosse reduzido no seu consumo em relação à argamassa e, realizado o ensaio de resistência mecânica sendo como agregado miúdo para verificar o seu uso e utilização na aplicação como um produto inovador e de sustentabilidade.

2. OBJETIVO

Analisar a resistência mecânica de uma argamassa com a substituição do agregado miúdo por resíduos de mármore, e como isso:

- a) Caracterizar os materiais pertinentes à argamassa e em especial os resíduos da marmoraria;
- b) Avaliar a qualidade da argamassa, incluindo a resistência mecânica;
- c) Analisar os resultados obtidos e verificar a viabilidade do uso da argamassa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

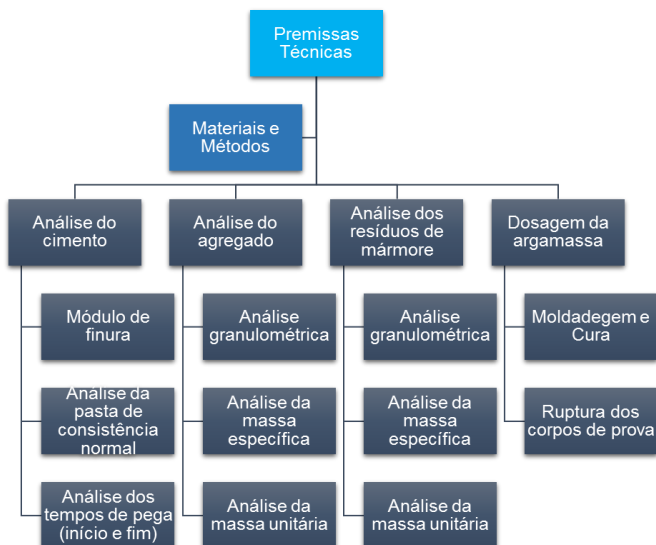
3.1 Universo Amostral.

Os procedimentos para as análises das argamassas atendem as especificações das seguintes normas técnicas:

- a) Análise do cimento
 - Módulo de finura (ABNT NBR MB 3432 – Cimento Portland: Determinação da finura por meio da peneira 75 μ m, 1991);
 - Análise da pasta de consistência normal (ABNT NBR NM 43 – Cimento Portland: Determinação da pasta de consistência normal, 2003);
 - Análise dos tempos de pega (ABNT NBR NM 65 - Cimento Portland: Determinação do tempo de pega, 2003).
- b) Análise do agregado miúdo e do resíduo de mármore
 - Análise granulométrica (ABNT NBR NM 248 – Agregados: Determinação da composição granulométrica, 2003);
 - Análise da massa específica (ABNT NBR 9776 – Agregados: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman, 1987);
 - Análise da massa unitária
- c) Dosagem da argamassa

- Moldagem e cura dos corpos de prova (ABNT NBR 5738 – Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, 2003);
- Ruptura dos corpos de prova (ABNT NBR 7215 – Cimento Portland: Determinação da resistência à compressão, 1996).

Figura 2: Fluxograma das atividades realizadas para caracterizar os materiais.



Fonte: Autor, 2018.

4 RESULTADOS

4.1 Análise do cimento.

Tabela 1: Determinação do módulo de finura do cimento.

Determinação do Módulo de Finura		
Determinações	1	2
Massa inicial da amostra (g)	50,00	50,00
Resíduo da amostra (g)	1,50	1,50
Índice de finura (%)	3,00	3,00

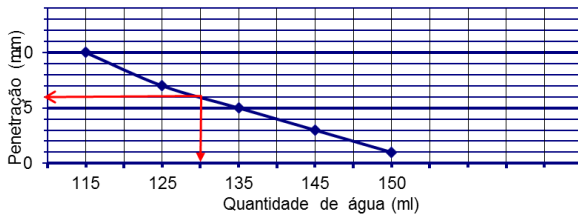
Fonte: Autor, 2018.

Tabela 2: Tentativas da quantidade de água exata para a pasta de cimento.

Quantidade de água (ml)	Quantidade de cimento em (g)	Quantidade de água em (%)	Leitura da sonda em (mm)
115	500,0	23,0	10
125	500,0	25,0	7
135	500,0	27,0	5
145	500,0	29,0	3
150	500,0	30,0	1
Água padrão (ml)	-	Água padrão (%)	Leitura padrão (mm)
128	-	25,6	6

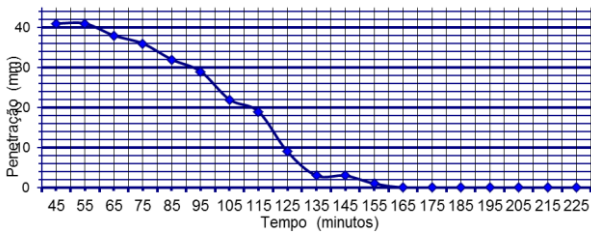
Fonte: Autor, 2018.

Figura 3: Determinação da consistência da pasta de cimento.



Fonte: Autor, 2018.

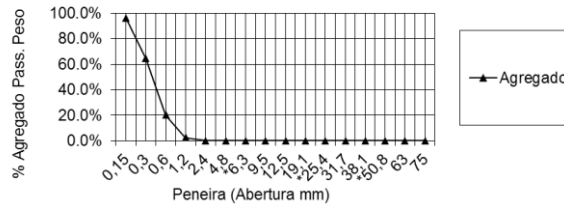
Figura 4: Determinação do início e fim de pega do cimento.



Fonte: Autor, 2018.

4.2 Análise do Agregado Miúdo.

Figura 5: Determinação da composição granulométrica do agregado miúdo.



Fonte: Autor, 2018.

Tabela 3: Determinação da massa específica do agregado miúdo.

Determinações	Leituras	Massa específica (g/ cm ³)
1ª DET	392	2,604
2ª DET	392	2,604
Média de duas determinações		2,604

Fonte: Autor, 2018.

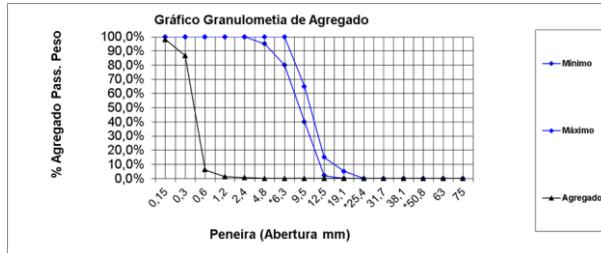
Tabela 4: Determinação da massa unitária do agregado miúdo.

Determinações		01	02	03	Média
Peso recipiente	(G)	1465	1465	1465	-
Peso recipiente + amostra	(G)	12180	12280	12240	-
Peso amostra	(G)	10715	10815	10775	-
Volume do recipiente	(dm ³)	66,50	66,50	66,50	-
Massa unitária (kg/ dm ³)	(Kg/dm ³)	161,13	162,63	162,03	161,93

Fonte: Autor, 2018.

4.3 Análise do Resíduo de Mármore.

Figura 6: Determinação da composição granulométrica do resíduo de mármore.



Fonte: Autor, 2018.

Tabela 5: Determinação da massa específica do resíduo de mármore.

Determinações	Leituras	Massa específica (g/ cm ³)
1ª DET	390	2,632
2ª DET	391	2,618
Média de duas determinações		2,625

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 6: Determinação da massa unitária do resíduo de mármore.

Determinações		01	02	03	Média
Peso recipiente	(G)	1465	1465	1465	-
Peso recipiente + amostra	(G)	12000	11980	11950	-
Peso amostra	(G)	10535	10515	10485	-
Volume do recipiente	(dm ³)	66,50	66,50	66,50	-
Massa unitária (kg / dm ³)	(Kg/dm ³)	158,42	158,12	157,67	158,07

Fonte: Autor, 2018.

4.4 Análise da Resistência à compressão.

Tabela 7: Determinação da resistência à compressão dos corpos de prova das argamassas.

C.P.	Data Rompimento	CARGA Kgf	Tensão Kgf / cm ²	TENSÃO (MPa)	Média	D.R.M. %	LIMITES
Rompimentoda argamassa normal (28 dias)							
01	17/09/2018	3.170	161,0	16,1	15,7	2,5%	≥ 10,0 (MPa)
02		2.980	152,0	15,2			
Rompimentoda argamassa com a substituição do resíduo de mármore (7 dias)							
01	17/09/2018	4.090	208,0	20,8	20,2	3,0%	≥ 20,0 (MPa)
02		3.850	196,0	19,6			
Rompimento da argamassa com a substituição do resíduo de mármore (28 dias)							
01	07/10/2018	4.130	210,0	21,0	20,7	1,4%	≥ 32,0 (MPa)
02		4.010	204,0	20,4			

Fonte: Autor, 2018.

5 DISCUSSÃO

Conforme as análises realizadas, pode-se afirmar que:

- Análise do cimento.

Não houve nenhuma reprovação em relação às análises realizadas no cimento selecionado. Todas as análises atendem as normas técnicas da ABNT;

- Análise do Agregado Miúdo.

Apesar de o agregado miúdo selecionado ser muito fino, isso não impediu quaisquer tipos de reprovação na utilização do material selecionado;

- Análise do Resíduo de Mármore.

Os resíduos de mármore foram adequados granulometricamente para a construção do traço de argamassa. Todas as análises realizadas tiveram êxito, apesar de alguns contra tempos encontrados em relação ao próprio material;

- Análise da Resistência à compressão.

A ruptura dos corpos de prova de argamassa em análise (resíduos de mármore) superaram as expectativas em relação ao comportamento mecânico do material selecionado.

Logo, todas as análises realizadas estão conforme as especificações dos procedimentos de ensaios das normas técnicas da ABNT.

6 CONCLUSÕES

Os resultados das análises dos materiais pertinentes da argamassa, dando ênfase ao material selecionado para esta pesquisa (resíduos de mármore), pode-se dizer que o material analisado pode ser utilizado para o consumo visando à sustentabilidade e aos desperdícios de material. Então, esta pesquisa considera-se satisfatória com todas as análises realizadas com âmbito no mercado como um novo produto a ser utilizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, J. J. O.; TUTIKIAN, B. F. Resistência Mecânica do Concreto. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. G. C Isaia, São Paulo, IBRACON, 2011.
2. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Guia básico de utilização do cimento Portland. Boletim Técnico (BT 106). São Paulo, 2003. Disponível em:<http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/uploads/2016/05/BT106_2003.pdf>. Acessado em junho de 2018.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738 – Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregado para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 6p.

5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215 – Cimento Portland: Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9776 – Agregados: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR MB 3432 – Cimento Portland: Determinação da finura por meio da peneira 75µm. Rio de Janeiro, 1991.
8. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 248 – Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
9. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 43 – Cimento Portland: Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2003.
10. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 65 - Cimento Portland: Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.
11. CABRAL, S. C.; AZEVEDO, M. A. Materiais alternativos para adição ao cimento Portland. Revista Científica Vozes dos Vales–UFVJM–MG–Brasil –Nº 10 –Ano V– 10/2016Reg.: 120.2.095–2011–UFVJM–QUALIS/CAPES –LATINDEX –ISSN: 2238-6424– www.ufvjm.edu.br/vozes. Disponível em:<<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2016/09/Stenio23.pdf>>. Acessado em junho de 2018.
12. HELENE, P; PACHECO, J. Controle da resistência do concreto – 1ª parte. Revista Concreto e Construções, São Paulo, n.69, p.75-81.
13. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO (SNIC). SNIC 50 Anos. Rio de Janeiro 2006b Acesso em www.snic.org.br. Acessado em junho de 2018.

14. STOECKICHT, I. P.; SOARES, C. A. P. O capital intelectual, os capitais do conhecimento e a inovação: a importância da gestão estratégica do capital intelectual no desenvolvimento da capacidade de inovação em empresas brasileiras. SIMPOI – Anais. 2009. Disponível em:<<http://inei.org.br/inovateca/artigos-sobre-empreeendedorismo-e-inovacao/SIMPOI%202009%20-%20Ingrid%20Stoeckicht%20-%20Carlos%20Alberto%20Soares.pdf>>. Acessado em junho de 2018.