



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## USO DE REJEITO DE PEDRA AMETISTA PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETOS: POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO REGIONAL

### **William Widmar Cadore**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

william@uri.edu.br

### **Mariana Bandiera**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

marianabandiera@hotmail.com

### **Fernanda De Marco**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

fernanda\_demarco@hotmail.com

### **Maiara Giacomini**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

maiaragiacomini@hotmail.com

### **Tuani Zat**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

tuanizat@hotmail.com

**Resumo.** *O estudo dos rejeitos gerados a partir da mineração de pedras preciosas na região do médio alto Uruguai gaúcho objetiva caracterizar fisicamente o material através de pesquisas bibliográficas e ensaios laboratoriais para utilizar o rejeito de rocha em substituição à brita convencional no concreto e analisar a influência desta substituição na resistência à compressão axial e no módulo estático de elasticidade. Dessa forma os resultados indicam que tecnicamente os concretos atendem aos requisitos comerciais de 25 MPa aos 28 dias, ultrapassando os valores de 40 MPa aos 365 dias, sendo que há a ocorrência de valores de resistência à compressão axial superiores para a mistura que recebeu a substituição da brita convencional pelo rejeito de rocha. Os*

*valores de módulo de elasticidade do concreto através do ensaio previsto pela NBR 8522 são em média cerca de 40% maiores do que os valores obtidos através da metodologia proposta pela NBR 6118:2014.*

**Palavras-chave:** *Concreto. Resistência. Módulo de elasticidade.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Sob a óptica do desenvolvimento regional por meio da indústria do ambiente construído, podemos incorporar como elemento exponencial pesquisas e desenvolvimento de produtos que empreguem juntamente o conceito de desempenho a partir da durabilidade ao

longo do tempo. Isso pode ser entendido como a capacidade de um produto de cumprir a função para a qual ele foi projetado. Assim, pelo processo natural, a degradação dos materiais e componentes possui relevância a partir do fator econômico bem como o ciclo energético.

Na região do Médio Alto Uruguai está localizado município de Ametista do Sul, conhecida por ser o maior exportador de pedras como ametista e ágata. Essa atividade tornou-se ao longo dos anos responsável pela manutenção da economia local, por meio dessa exploração.

Em um contexto ambiental, tem-se o excedente de um material sem uso específico e que pode ser beneficiado a baixo custo para uso na construção civil, por exemplo. Esse potencial foi identificado pelo GEPAC (Grupo de Estudos e Pesquisa do Ambiente Construído) da URI, Câmpus de Frederico Westphalen, que vem desenvolvendo estudos de aplicação do rejeito de pedra ametista para produção de compostos cimentados como concretos, argamassas e blocos intertravados.

## **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1 Resistência à compressão axial**

Segundo ISAIA (2011) [1] muitas das propriedades do concreto são influenciadas pelas características dos agregados, como: porosidade, composição granulométrica, absorção de água, forma dos grãos, entre outras.

Neste âmbito, é possível afirmar que dentre as propriedades que sofrem influência pelos agregados há a resistência à compressão axial dos corpos-de-prova de concreto.

### **2.2 Módulo estático de elasticidade**

Segundo Carvalho (2015) [2] módulo de elasticidade (ou módulo de deformação) é uma grandeza mecânica que mede a rigidez de um material sólido.

É possível ainda correlacionar a resistência à compressão axial do concreto com o seu respectivo módulo de elasticidade, em determinada idade.

## **2.3 Viabilidade econômica**

Comparando os custos do metro cúbico dos materiais, a brita de rejeito de rocha é 25% mais viável se comparada à brita convencional. Isto nos indica que economicamente, o produto possui potencial para concorrer com os materiais já consagrados e utilizados em larga escala no mercado consumidor.

## **3. RESULTADOS**

Quanto à composição química dos rejeitos, esta varia de acordo com as condições a que os mesmos estão sendo ou foram submetidos. Além disso, o fato do rejeito estar mais próximo do geodo aumenta a concentração de silício o que na concepção do concreto possui valor importante quando a reatividade com o cimento.

Fisicamente, características como granulometria, massa específica e massa unitária dos dois tipos de agregado graúdo utilizados são bastante próximas e a influência destas não serão de extrema importância na fabricação do concreto. Entretanto segundo a bibliografia utilizada o índice de forma deve estar abaixo de 3, e o resultado obtido foi 3,3276, logo o índice está acima do aconselhável.

Além disso, o índice de absorção do rejeito de rocha é cerca de 90% superior à absorção do agregado convencional.

Para a confecção dos corpos-de-prova foram empregados dois tipos de misturas, uma amostra de referência (RE4, RE5, RE6) e a outra que recebeu a substituição do agregado graúdo convencional pelo rejeito de rocha (RR4, RR5, RR6), com três relações água/aglomerante resultando em seis padrões de amostra.

### 3.1 Ensaio de resistência à compressão axial

Tabela 1. Resistências à compressão axial média nas diferentes idades

Dias	f <sub>c</sub> (MPa)					
	RE 4	RR 4	RE 5	RR 5	RE 6	RR 6
3	35,6	15,9	22,2	32,5	12,4	12,3
7	43,3	24,3	28,5	36,7	19,6	15,8
28	61,5	29,0	41,5	46,5	32,2	26,2
91	66,3	35,8	42,3	54,2	40,2	33,9
182	75,5	41,5	48,7	55,4	44,8	35,1
365	82,1	41,9	53,3	60,9	51,2	40,7
R	0,98	0,97	0,96	0,99	0,99	0,98
n	58	50	53	17	71	43

Observa-se que houve um aumento de resistência que relaciona a relação água/cimento com a resistência à compressão, sendo que as mesmas são inversamente proporcionais. Submetidos a tratamentos estatísticos os dados obtidos foram agrupados para elaborar o gráfico a seguir que exemplifica a linearidade de aumento de resistência em função do tempo.

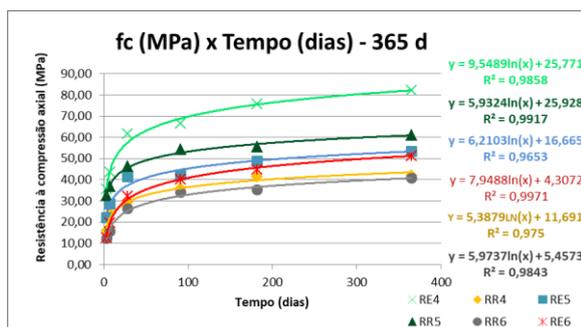


Figura 1. Aumento da resistência à compressão em função do tempo.

Comparando os três traços fabricados e relacionando os concretos utilizando brita e rejeito tem-se valores de resistência à compressão menores para o concreto que

recebeu como agregado graúdo o rejeito de rocha nos traços 0,4 e 0,6. Porém, tal afirmação é contrária ao observarem-se os dados do traço 0,5, que apresenta resistências maiores no traço que recebeu a substituição do agregado graúdo convencional pelo rejeito de rocha.

Neste âmbito, o traço que apresentou os melhores resultados para o concreto produzido com rejeito de rocha foi o 0,5. O mesmo conseguiu explorar as propriedades do rejeito, não houve falta de água para a hidratação dos grãos de cimento e concomitantemente a resistência à compressão foi mais alta que a resistência do concreto produzido com brita convencional.

### 3.2 Módulo de elasticidade

A seguir são apresentados os resultados dos módulos de elasticidade em GPa, obtidos para cada traço nas idades pré determinadas.

Tabela 02 – Módulo estático de elasticidade obtido através de ensaios

Traço	RE4	RR4	RE5	RR5	RE6	RR6
28	58,7	43,8	20,8	46,7	38,7	44,8
91	44,3	63,1	62,3	46,7	50,1	22,4
182	36,9	17,4	67,1	18,2	16,4	19,4

A NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto [3], no item 8.2.8 descreve que se não forem feitos ensaios ou se não existirem dados mais precisos quanto ao módulo de elasticidade do concreto, este pode ser estimado, correlacionando a resistência característica do concreto.

A partir disto pôde-se estimar os valores previstos de módulo de elasticidade para cada traço.

Tabela 03 – Módulo estático de elasticidade segundo metodologia da NBR 6118:2014

Traço	RE4	RR4	RE5	RR5	RE6	RR6
Dias						

<b>28</b>	41,52	26,15	33,79	35,53	23,91	25,88
<b>91</b>	43,35	30,17	35,35	39,04	31,00	29,58
<b>182</b>	46,50	33,09	36,36	39,12	33,45	28,50

Analisando os resultados obtidos nas Tabelas 02 e 03, observa-se que os valores de módulo de elasticidade do concreto obtido através do ensaio previsto pela NBR 8522 – Concreto: Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão [4], são em média cerca de 40% maiores do que os valores obtidos através da metodologia proposta pela NBR 6118.

Outra análise que pode ser feita estatisticamente é que os traços de referência, RE4, RE5 e RE6, apresentam em média valores de módulo de elasticidade 50% maiores que os valores obtidos para os traços que receberam o rejeito de rocha em substituição ao agregado graúdo.

### 3.3 Viabilidade técnica e econômica

Evidencia-se que os rejeitos apresentam características técnicas, como módulo de elasticidade e resistência a compressão, que nos indicam um ótimo comportamento perante solicitações. Portanto, pode-se considerar que há uma tendência de os mesmos possuírem ótimo desempenho em questão de durabilidade e desempenho ao longo de sua vida útil.

Tecnicamente, dependendo da granulometria utilizada, podem-se efetuar diversas substituições com os rejeitos de rocha com o objetivo de produzir materiais utilizados na construção civil. Suas características físicas e químicas podem ser entendidas, se empregadas de maneira correta, como algo que venha a potencializar as propriedades dos mesmos.

Como já evidenciado, o metro cúbico do rejeito de rocha é cerca de 25 % mais viável se comparado ao da brita convencional. Portanto, observa-se que se comparados ao traço referência que utilizou brita convencional para a fabricação do concreto,

todos os concretos que receberam a substituição pelo rejeito de rocha apresentaram economia no custo final do material.

Desta forma, observa-se que a partir do momento em que as propriedades dos materiais produzidos com os rejeitos de rocha atendem as necessidades do mercado consumidor, têm-se um novo produto que além de propiciar um novo ramo econômico, possui um contexto social embasado no desenvolvimento regional.

## 4. REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO, R. C.; FIQUEREDO FILHO, J. R. de. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2014. 4. Ed.- São Carlos: EDUFSCar, 2015.
- [2] ISAIA, G. C. (org) Concreto: Ciência e Tecnologia. 1.ed. São Paulo: Editora IBRACON, 2011. 2v.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento – NBR 6118/2014, Rio de Janeiro, RJ, 2014.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. NBR 8522/2008, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos realizados percebeu-se que o material não perde desempenho com o tempo, tornando-se um potencial incremento de renda e de desenvolvimento regional uma vez que os artefatos produzidos com rejeitos de garimpo implicam numa redução de 15% no custo do produto final.