

## Reaproveitamento dos resíduos laboratoriais como agregado na confecção de concreto estrutural

Valter Antônio Senger<sup>a\*</sup>, Amanda Schneider Senger<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto Federal Farroupilha, Brasil

\* Autor correspondente ([valter.senger@iffarroupilha.edu.br](mailto:valter.senger@iffarroupilha.edu.br))

### INFO

#### Keywords

compression  
recyclable concrete  
environmental impacts  
preservation  
sustainability

#### Palavras-chaves

compressão  
concreto reciclável  
impactos ambientais  
preservação  
sustentabilidade

### ABSTRACT

#### *Reuse of laboratory waste as aggregate in the manufacture of structural concrete*

Civil construction presents itself as an efficient alternative to absorb the waste generated in the laboratories linked to the theme, through its use as an aggregate in obtaining recyclable concrete, the opportunity to use it in making new products is envisaged, in addition to from the economic and environmental contribution, expansion of the number of jobs, environmental preservation, among others, starting to play an important role with regard to the economy and social practices. Through the use of this material, different traces in the composition of the concrete were designed, in order to verify its characteristics regarding absorption and resistance to compression, developed by laboratory tests that allowed to obtain results, which after being tabulated and analyzed, makes - it is possible to find a way to minimize environmental impacts, through its reuse as raw material in the manufacture of by-products, aiming at its application in the buildings themselves or in their surroundings. The approached methodology is given by action research through experimentation through laboratory analysis. With the use of these residues, the objective is to reduce the cost of manufacturing concrete parts, providing a sustainable destination for the materials now discarded. The values obtained show favorable results for the use of laboratory residues from civil construction in the manufacture of structural concrete, both in buildings and in pavements.

### RESUMO

A construção civil apresenta-se como uma alternativa eficiente para absorver os resíduos gerados nos laboratórios vinculados à temática, por meio de sua utilização como agregado na obtenção de concreto reciclável, vislumbra-se a oportunidade de aproveitá-lo na confecção de novos produtos, além da contribuição econômica, ambiental, ampliação da quantidade de postos de trabalho, preservação ambiental, dentre outros, passando a ter um papel importante no tocante à economia e as práticas sociais. Por meio do uso desse material, procedeu-se ao dimensionamento de diferentes traços na composição do concreto, como forma de verificar suas características quanto à absorção e resistência à compressão, desenvolvidas por ensaios laboratoriais que permitiram obter resultados, que após tabulados e analisados, torna-se possível encontrar uma forma de minimizar os impactos ambientais, por meio do seu reaproveitamento como matéria-prima na confecção de subprodutos, objetivando sua aplicação nas próprias edificações ou no seu entorno. A metodologia abordada dá-se pela pesquisa ação pela experimentação por meio de análises laboratoriais. Com a utilização desses resíduos, objetiva-se reduzir o custo de fabricação de peças de concreto, proporcionando uma destinação sustentável aos materiais ora descartados. Os valores obtidos apresentam resultados favoráveis ao uso dos resíduos laboratoriais da construção civil na confecção de concretos estruturais, tanto em edificações quanto em pavimentações.

Received 13 February 2020; Received in revised from 25 May 2020; Accepted 19 June 2020

## INTRODUÇÃO

A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil tem crescido e vem surgindo soluções na forma de reaproveitamento. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305) é quem mais estimula o estabelecimento desse segmento no país. Os entulhos da construção civil podem servir de matéria-prima de qualidade para agregados, como areia e brita, que podem ser reaproveitados em diversas atividades da construção civil. Além de reduzir a pressão sobre os recursos naturais (rochas, cascalhos, areia, etc.), o reaproveitamento de resíduos é portador de vantagens sociais, econômicas e ambientais. Principalmente para as prefeituras, significa menos despesas e área destinadas a aterros. Para a indústria da construção representa redução de custos com a destinação final. De acordo com PINTO (2005), com o crescente volume das obras de edificações distribuídas pelo planeta, torna-se cada vez maior a preocupação com o meio ambiente. Desta forma, as atitudes relacionadas com o tema sustentabilidade afloram de forma imprescindível para novas atividades que vislumbrem o reaproveitamento dos resíduos gerados pelos processos construtivos, proporcionando um descarte inadequado desses materiais.

Com vistas aos rejeitos gerados pelo processo de edificação, tem-se dado ênfase para a reutilização, sendo necessários estudos de viabilização desenvolvidos dentro dos laboratórios da construção civil, principalmente nas universidades que ofertam cursos voltados a área. Dessa forma, encontram-se soluções para aproveitar os resíduos gerados nas obras de edificações, no entanto, o processo de desenvolvimento das pesquisas também gera resíduo, sendo esses provenientes de trabalhos didáticos e/ou de outras pesquisas. Conforme JOHN (2001), os materiais produzidos pelo processo de construção, de maneira geral são descartados diretamente no meio ambiente, principalmente como forma de aterro, criando danos ambientais com vistas ao volume produzido. Além dos descartes nos canteiros de obra, os resíduos de laboratório contribuem hoje com uma parcela do volume nos aterros e lixões, pensando nisso, propõem-se a utilização dos descartes como matéria prima na produção de novos produtos, contribuindo com a instituição demandante através do diagnóstico do tipo e volume de resíduos gerados no município de Santa Rosa e região, objetivando também disseminar a necessidade do cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, segundo a Lei 12.305/2010.

Os laboratórios vinculados à construção civil, responsáveis pela geração de resíduos (limpos), os quais demandam muito espaço físico e principalmente investimentos elevados para a destinação controlada junto à natureza. Em contrapartida, com o reaproveitamento, a construção civil apresenta-se como um gargalo capaz de receber como matéria prima vários tipos de materiais utilizando-os como agregados na composição de misturas, dando uma utilização sustentável e inteligente a esses resíduos. Seguindo nesta linha, direcionou-se a possibilidade para o estudo de caso fazendo-se uso de um dos resíduos gerados pelos laboratórios da construção como forma de utilizá-la nas próprias construções.

A proposta visa encontrar uma destinação apropriada e segura para os resíduos, verificar a qualidade do produto final, com a geração de uma mistura capaz de atender as exigências preconizadas em norma, através da utilização desses materiais ora descartados, agregando qualidade ao produto proposto, redução no custo de destinação final, inserção de novos produtos no mercado, sustentabilidade e uma alternativa de auxílio ao meio, utilizando-os como matéria-prima, o que acaba contribuindo e também reduzindo o consumo de areia e basalto convencional, por consequência reduzir a extração dos recursos naturais. Para as empresas vinculadas a temática, significa redução de investimentos em aquisição de áreas e em tratamento dos resíduos, implicando em redução de custos na aquisição da matéria prima e satisfação dos clientes, refletindo diretamente em toda a sociedade por meio da redução dos impactos ambientais, servindo para que empresas ligadas ao meio utilizem este viés como ferramenta na qualificação.

Diante do proposto, utilizando os resíduos gerados dentro dos laboratórios da construção, através do reaproveitamento destes, sejam reinseridos no processo construtivo como um agregado, vindo por somar características à massa de concreto, auxiliando não só as empresas que passam a eliminar os autos investimentos com a destinação dos rejeitos, incorporando a eles valores comerciais, as que receberão matéria prima mais barata, mas principalmente a natureza que deixará de receber esses materiais, auxiliando na preservação do meio ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilização de ensaios de laboratório vinculados a misturas em concreto, com obtenção de resultados em acordo com as especificações técnicas preconizadas por norma, sendo para tanto considerado os percentuais dos agregados envolvidos (fator água /

cimento pelo método de dimensionamento e verificação pelo abatimento de tronco de cone – Slump test, Moldagem de amostras em cilindros D=10cm x 20cm e rompimento em prensa hidráulica / elétrica digital para a confirmação da resistência a compressão axial).

Os traços foram elaborados e executados junto ao Laboratório de Materiais e Tecnologia da Construção do Instituto Federal Farroupilha – campus Santa Rosa / RS, bem como se utilizando de pesquisas bibliográficas, artigos correlacionados, normas técnicas e testes de laboratório.

Em função das características específicas apresentadas pelos agregados, foram dimensionados seis traços com composições distintas (considerando cimento, areia e resíduo), substituindo gradualmente os materiais convencionais pelo resíduo de laboratório, seguindo uma bateria de ensaios como forma de verificação/confirmação dos resultados, sendo eles:

- 1 : 3 : 4 - 1 : 2/1 : 3/1 - 1 : 1/2 : 2/2 - 1 : 1,5/1,5 : 3/1 - 1 : 1,5/1,5 : 2/2 e 1 : 0 : 4.
- Relação em massa = 1 : 1,5 : 1, sendo cimento, pedrisco + pó e brita intermediária, onde somente o cimento não se classifica como material reciclado.
- Relação em percentagem = 25 : 37,5 : 25, com os mesmos materiais.
- Relação em consumo = 6,5 : 9,75 : 6,5, com os mesmos materiais.

Foram utilizados para elaboração dos ensaios, agregados provenientes da moagem de corpos de prova, os quais foram ensaiados no Laboratório de Materiais e Tecnologia da Construção do Instituto Federal Farroupilha – campus Santa Rosa / RS, em função de trabalhos de pesquisa de cunho didático elaborados por docentes e discentes do Curso Técnico em Edificações Modalidade Integrado, da instituição.

Foi utilizado cimento do tipo CP II F – 32, encontrado no comércio local.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os traços utilizados com incremento de resíduos, o que apresentou melhor resultado quanto à resistência a compressão, foi 1:0:4 (cimento, areia e resíduo de laboratório), respectivamente, o qual seguiu com maior número de amostragem para demais verificações.

Após procedimento de cálculo para obtenção dos resultados de absorção nas amostras ensaiadas, foi possível elaborar uma planilha com os resultados, sendo a mesma demonstrada abaixo pela tabela 1.

Tabela 01 - Resultados dos ensaios de absorção.

Tipo	Nº	Idade	Absorção (%)
Testemunho	1	7	4,34
	2	7	4,05
	3	28	2,20
	4	28	2,50
	5	28	1,75
Agregado Reciclado	6	7	5,58
	7	7	5,11
	8	28	2,47
	9	28	2,22
	10	28	2,84

Sempre que se procede a um ensaio comparativo ou de substituição de materiais, utiliza-se como referência amostras padrão confeccionadas com agregados convencionais (neste caso denominado como testemunho tendo cimento, areia e brita), o que possibilita proceder a um comparativo de desempenho entre o padrão e o proposto. Nos testes de resistência a compressão realizados em laboratório em prensa com capacidade para 200 toneladas, os mesmos foram executados em duas datas distintas, para 7 e 28 dias, sendo possível verificar que a utilização dos resíduos de laboratório fornecem condições de trabalho atendendo as exigências preconizadas pelas NBR 6118:2014 (Estruturas de concreto armado – Procedimento) e NBR 9781:2013 (Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio), as quais indicam como resistência mínima para aceitabilidade de seus produtos valores inferiores aos encontrados. Dessa forma, conclui-se que os resíduos laboratoriais são recicláveis pertinentes ao uso em estruturas, demonstrando qualidade de resistência dentro das normas, conforme pode ser visualizado na tabela 2.

Tabela 02 - Resultados à compressão.

Tipo	Nº	Idade	Resistência (MPa)	Tipo	Nº	Idade	Resistência (MPa)
Testemunho	11	7	34,01	Agregado Reciclado	39	28	49,85
	12	7	33,67		40	28	46,49
	13	28	46,42		41	28	45,13
	14	28	45,54		42	28	50,93
	15	28	46,67		43	28	51,79
	16	28	52,65		44	28	44,35
	17	28	50,95		45	28	48,06
	18	28	55,04		46	28	48,40
	19	28	55,16		47	28	34,06
	20	28	46,26		48	28	29,33
	21	28	48,33		49	28	49,28
	22	28	49,09		50	28	47,81
	23	28	55,62		51	28	46,98
	24	28	54,78		52	28	50,33
	25	28	50,73		53	28	49,15
	26	28	54,08		54	28	49,74
	27	28	52,63		55	28	50,20
	28	28	54,71		56	28	48,92
	29	28	53,89		57	28	50,11
	30	28	52,50		58	28	51,30
Agregado Reciclado	31	7	36,69	59	28	50,45	
	32	7	37,06	60	28	50,86	
	33	7	37,55	61	28	51,43	
	34	7	38,02	62	28	51,37	
	35	7	37,89	63	28	52,33	
	36	7	37,72	64	28	51,12	
	37	7	37,66	65	28	50,99	
	38	7	37,87	66	28	51,22	

## CONCLUSÃO

Dentro do tema reciclagem de resíduos provenientes da construção civil, são várias as pesquisas já realizadas, no entanto, a utilização de resíduos de laboratório ainda é pouco comum devido ao pequeno volume se comparado com os rejeitos de edificações. Levando-se em consideração que atualmente os cursos relacionados com a área, vem tendo um significativo incremento quanto a sua procura pelo aquecimento da economia e pelo incentivo a construções, o volume de resíduos gerados em laboratórios tende a aumentar, sendo assim, vislumbra-se a possibilidade de sua utilização como matéria prima na confecção de novos produtos, aliviando assim o meio ambiente na exploração de materiais. Os resíduos de laboratório apresentam outra vantagem se comparados aos demais rejeitos, são materiais homogêneos em função das suas composições não apresentarem muitas variedades de materiais envolvidos.

A partir dos objetivos lançados no início da proposta, obtiveram-se resultados positivos quanto ao uso desses materiais como agregados na confecção

de produtos de concreto. A relação custo x benefício também demonstra ser eficaz, haja vista que foram utilizados na composição da mistura 100% dos reciclados, tendo acrescido apenas o cimento, bem como os custos com a moagem não serem considerados elevados o suficiente para tornar inviável a utilização dos materiais, dessa forma, a utilização dos recicláveis tornou possível encontrar uma utilização inteligente e sustentável, mantendo a qualidade do produto estudado, provando ser viável sua utilização.

## AGRADECIMENTOS

Ao laboratorista do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Farroupilha, campus Santa Rosa (RS) Flaviano Lorenzini, pelo apoio e disposição durante as atividades de laboratório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo SC, John VM. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade. In: IX Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Foz do Iguaçu, 2002. Anais...

Butler AM. Concretos com agregados graúdos reciclados de concreto – Influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Carlos, São Carlos. 2003.

John VM. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: Cassa JCS. et al. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

Neville AM, Brooks JJ. Tecnologia do concreto. 2ª Ed. São Paulo 2013.

Pinto TP. (Coord.). Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon-SP. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48p.