

Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada

Rodrigo Barcelos Pinto

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
rodrigo.pinto@urisantiago.br

Edmar Pereira Fabrício

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
edmar@urisantiago.br

Nelci Denti Brum

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
nelcy@urisantiago.br

Felipe Ariel Köhler

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
fakohler@gmail.com

ABSTRACT

The huge volume of construction and demolition waste (CDW) generated by the construction industry causes significant environmental impact in heartlands. Even if the Resolution 307/2002 of the National Environment Council (CONAMA) deals with the obligation to prepare and implement a sustainable management plan, the volume of CDW has expanded and the type and final destination of the waste was increased by Public Administration and the construction industry. A recente survey made in the nine cities that integrate the Vale do Jaguari/RS has identified and quantified the destination of waste, where it accumulates 750 tons of residues per semester in the region. There fore, the present study aims to reduce environmental impacts and motivate the industry investors to invest in constructive elements that contain in its composition Class A waste, such as: bricks, sealing floors, interlocking floors, miscellaneous and decorative coating plates. Until now, 21 traces have been studied, divided into three production methods - plastic form in vibratory table, vibratory concrete machine and soil vibratory machine, were manufactured. Improvements in the treatment and healing process are still necessary, but the use of CDW in constructive artifacts already shows their feasibility in the region.

Keywords: CDW; Impact; Survey; Production.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades produtivas, uma das maiores geradoras de resíduos é a indústria da construção civil, e quando seus resíduos são descartados de forma inadequada, causam a degradação do meio ambiente. Dessa forma, reciclar e reutilizar esses resíduos são o único meio de tornar essa indústria sustentável. Diante dessa problemática, o presente estudo visa diagnosticar a situação dos resíduos da construção e demolição (RCD), apresentando possibilidades de aplicação dos mesmos na região do Vale do Jaguari/RS. A partir dos resíduos da categoria A: tijolos, argamassas, concretos, mármore e granito, novos produtos foram criados com aplicação desses resíduos nas suas composições. Sendo assim, as possibilidades de aplicação dos RCD em novos produtos para a construção civil, vem de encontro com a sustentabilidade, mitigando impactos ambientais e possibilitando uma fonte de geração de emprego e renda a partir dos descartes da indústria da construção civil.

2. REVISÃO

A preocupação com o meio ambiente está cada vez mais presente nas ações humanas e deve ser um dos condicionantes a ser considerado em qualquer atividade para a preservação e manutenção dos recursos naturais. Para atender às demandas do ser humano, vários produtos são criados, onde muitos deles, além de utilizar recursos naturais, geram diferentes tipos de resíduos.

Uma das necessidades básicas do homem é o espaço construído e tal necessidade fomenta uma das atividades do setor industrial, a construção civil, atividade que está em alta produtividade nos últimos anos. Esse setor, principalmente fora dos grandes centros urbanos, utiliza métodos construtivos tradicionais, ocorre por meio de pequenas construtoras e empreiteiras, e continua apresentando altos índices de desperdício, gerando uma grande quantidade de resíduos. Colombo e Bazzo (2001) citam características da construção civil: uso e desenvolvimento insuficiente de novas tecnologias, o desperdício de materiais, a baixa qualificação profissional e a qualidade de vida dos trabalhadores. Os mesmos autores citam, em estudo nacional (75 empresas e 85 canteiros) que as perdas (desperdícios) vão de 2,5% a 133%, demonstrando que em média o desperdício supera os 30% estimados. Segundo PGIRS (2013), no período de 2012/2013, o volume de resíduos coletados (entulho), somente na cidade de Santiago, foi de 3,7 toneladas/dia. Quando se fala em construção civil, deve-se elencar todo o tipo de atividade que a envolva, até mesmo as de pequena dimensão. Conforme Nunes (2004), pequenas reformas, ilegais ou sem licença, geram separadamente quantidades pequenas de resíduos, porém o somatório das mesmas resulta em valores consideráveis.

A utilização de recursos renováveis, a redução de consumo de recursos não renováveis, a reutilização e reciclagem desses, tornam as intervenções do homem menos agressivas ao ambiente natural. Assim, os 3 R's citados na Agenda 21 (1992) – Reduzir, Reutilizar e Reciclar são a base para a gestão ambiental dos resíduos. Segundo a Resolução do CONAMA Nº 307/2002, os resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. Ainda conforme o CONAMA, os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes tipológicas: a) Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis; b) Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações; c) Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação; d) Classe D: Resíduos perigosos provenientes do processo de construção. Os resíduos da construção civil de Classe "A" podem ser depositados em aterro de materiais da mesma classificação com o objetivo de reserva-los para uma futura utilização sem provocar danos à saúde e ao meio ambiente (CONAMA, 2002).

Contudo, para ir de encontro com a sustentabilidade, deve-se minimizar os desperdícios do setor da construção civil e reaproveitar os resíduos que inevitavelmente são gerados, afim de que esses não sejam depositados em locais indevidos, como terrenos baldios, nascentes, riachos, etc. Segundo Ângulo et al, 2001, “a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos”.

3. METODOLOGIA

O presente estudo baseia-se no método para produção e desenvolvimento de novos produtos de ÂNGULO; ZORDAN; JOHN (2014), que elencam alguns procedimentos, como:

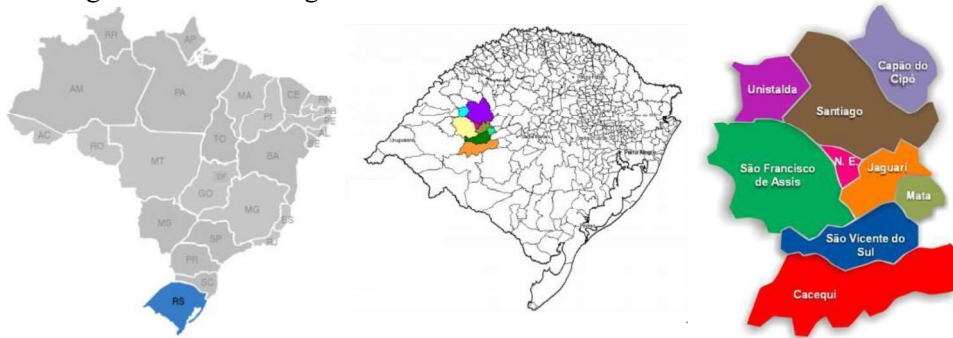
- 1) Identificar e quantificar os resíduos sólidos disponíveis na região de estudo;
- 2) Caracterização dos resíduos sólidos e verificação das propriedades físico-químicas;
- 3) Seleção das aplicações economicamente viáveis;
- 4) Desenvolvimento de produto a partir da coleta, trituração análise de componentes e formulação de dosagens para o desenvolvimento dos protótipos;
- 5) Avaliação do desempenho dos produtos.

Sintetizando: diagnóstico, análise e produção, e validação.

3.1 Região de abrangência do estudo

O presente estudo envolve nove municípios da região Centro-Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, os quais fazem parte da região do COREDE Vale do Jaguari/RS, conforme **Figura 1**.

Figura 1. Região do Vale do Jaguari no estado do Rio Grande do Sul e cidades componentes.



Fonte: adaptado pelos Autores, 2018.

3.2 Identificação, quantificação e caracterização dos resíduos.

Inicialmente foram contatadas as prefeituras dos municípios do Vale do Jaguari/RS, empresas do ramo da construção civil, arquitetos e engenheiros, a fim de entender como tratavam as questões dos RCD. Um formulário estruturado foi aplicado às empresas do setor para diagnosticar tratamento, volume, tipo e destinação dos resíduos da construção e demolição.

Para verificação dos pontos de resíduos nos municípios foi realizada pesquisa de campo com preenchimento de ficha de levantamento “*in loco*”. Os focos de depósito de resíduos foram catalogados por: local, origem, características físicas dos resíduos e volume.

3.3 Desenvolvimento de produtos

Os produtos desenvolvidos com aplicação dos RCD foram divididos em: tijolos de solo-cimento, blocos de vedação de concreto, piso intertravado, pisos diversos e revestimentos decorativos.

O processo de produção dos tijolos de solo cimento e de concreto com uso de RCD possui o seguinte organograma: 1- coleta do RCD; 2- transporte; 3- triagem; 4- beneficiamento; 5- produção.

Nesse processo foi utilizado maquinário industrial. A etapa de beneficiamento e produção se desenvolveu da seguinte forma: a) solo e resíduos triturados e peneirados; b) aplicação dos traços e homogeneização; c) vibro-prensagem; d) cura; e) validação. Para blocos de concreto e piso intertravado, o processo de beneficiamento e produção é semelhante.

Na produção dos demais elementos (pisos e revestimentos) foi utilizada mesa vibratória, seguindo o fluxo: 1- mistura do traço em betoneira; 2 – colocação da massa nas formas; 3- vibração; 4 – cura por 24 horas; 5- desmolde; 6- cura da peça desformada.

3.3.1 Características da matéria prima utilizada na produção dos artefatos

Para a produção dos tijolos de solo-cimento, utilizou-se um dos solos disponíveis na região. Os percentuais de argila, areia e silte estão diretamente ligados a qualidade final dos tijolos. A **tabela 1** demonstra a composição do solo utilizado como matéria-prima na produção.

Tabela 1. Análise do solo da região, usada nos blocos de solo cimento.

AMOSTRA	ARGILA (%)	AREIA	SILTE (%)
1	12,39	39,85	47,76
2	14,40	38,13	47,47

Fonte: Autores, 2018.

Além do solo, outros agregados foram utilizados na composição dos artefatos, como areia, brita zero, resíduos provenientes de cerâmicas de calça e resíduos de mármore e granitos provenientes de marmorarias. A **tabela 2** demonstra a granulometria dos materiais.

Tabela 2. Diâmetro máximo, módulo de finura e zona da matéria prima.

TIPO	DIÂMETRO MÁXIMO	MÓDULO DE FINURA	ZONA/GRADUAÇÃO
AREIA	0,600 mm	2,05 mm	DENTRO ZONÁ UTILIZÁVEL INFERIOR
MÁRMORE Nº 0	2,36mm	2,78mm	DENTRO DA ZONA ÓTIMA
MÁRMORE Nº 1	2,36mm	2,78mm	ACIMDA DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
RESÍDUO CERÂMICO Nº 0	*	3,01mm	DENTRO DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
BRITA COMERCIAL Nº 0	*	4,06mm	ACIMA DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
SOLO TRITURADO E PENEIRADO	1,18mm	2,04mm	DENTRO DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR

*Valor não descoberto em função da divergência de abertura das peneiras para a NBR 07217.

Fonte: Autores, 2018.

3.4 Avaliação de desempenho

Até o presente momento foram verificados resistência à compressão e absorção, conforme exigência das normas técnicas da ABNT - NBR 12118 e NBR 10836, dos produtos desenvolvidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Diagnóstico dos Resíduos da Construção e Demolição na região de estudo

Primeiramente será apresentado o diagnóstico da situação dos resíduos da construção civil (RCD) na região do Vale do Jaguari/RS. A tabela 3 demonstra como os nove municípios da região coletam e controlam os resíduos, mas pode-se observar que há o predomínio do descontrole.

Tabela 3. Controle das prefeituras sobre os RCD na malha urbana, período do 2º sem/2016.

CIDADE	QUANT. RESÍD.	FOCOS/DEPÓSITOS	RECOLHIMENTO
A	*	*	*
B	Sem controle	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
C	Sem controle	Passeios públicos	Pfeitura e empresas privadas
D	Sem controle	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
E	*	*	*
F	Sem controle	Terreno baldio	Sob solicitação a prefeitura recolhe
G	2,77 ton/dia	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
H	Sem controle	Terreno baldio	Apenas em campanha anual prefeitura rec.
I	3.70 ton/dia	Terrenos baldios	Empresas privadas

*Sem retorno de dados solicitados.

Fonte: Autores, 2018.

Com relação ao depósito dos RCD, observa-se que esses são depositados em passeios públicos, normalmente de forma temporária, mas a disposição final ainda continua sendo em terrenos baldios, localizados nas mais variadas áreas da cidade. Se tratando de recolhimento, verifica-se a baixa atividade de empresas privadas especializadas, na maioria dos municípios, a prefeitura é responsável por recolher e destinar os resíduos gerados pelo setor privado.

A **tabela 4** apresenta a estimativa de volumes encontradas em focos de resíduos diagnosticados nos municípios a partir de levantamento *in loco* no segundo semestre de 2017.

Tabela 4. Número de focos e volumes de RCD nos municípios no do 2º sem/2017.

Número de focos de resíduos encontrados	CIDADES	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	P (>1m³)	2	1	1	4	2	0	11	2	43
M (1 a 3m³)	8	8	6	4	2	2	10	2	32	
G (>3m³)	4	16	4	0	0	0	4	4	339*	
TOTAL POR CIDADE (m³)	14	25	11	8	4	2	25	8	414	
TOTAL VALE DO JAGUARI/RS (m³)	511									

*Focos especiais com mais de 100 m³ encontrados na cidade.

Fonte: Autores, 2018

No levantamento realizado, foram diagnosticados cerca de 511m³ de RCD, ou seja, cerca de 750 toneladas, o equivalente a 125 ton/mês de resíduos destinados incorretamente. Por ser mais populoso e contar com maior número de obras novas e reformas, o município “I” apresenta os maiores índices de focos e volume de RCD depositados no meio urbano. Um grande foco (*foco especial), com mais de 100m³, foi encontrado em um terreno baldio no centro da cidade. Segundo PGIRS (2013), no período de 2012/2013, o volume de resíduos coletados (entulho) na cidade “I” foi de 3,7 toneladas/dia. Essa estatística refere-se às destinações que se tem controle, não considerando as destinações irregulares.

Também foram indagadas empresas com significativa produção na região para diagnosticar o volume de RCD gerado, a origem desses resíduos e o controle das empresas no canteiro de obras. A tabela 5 resume os dados coletados no primeiro semestre de 2017.

Tabela 5. RCD nas empresas da construção civil da região no período do 1º sem/2017.

EMPRESAS	Nº de Obras em andamento	Classificação das obras		Entulho gerado (m³)	Separação de entulhos no canteiro de obras
		Reforma (%)	Obra nova (%)		
A	5 a 10	50	50	entre 5 e 8	Não
B	5 a 10	25	75	> 8	Sim
C	0 a 5	30	70	< 1	Sim
D	mais de 20	20	80	*	Sim
E	0 - 5	0	100	> 8	Sim
F	0 - 5	80	20	*	Não
G	15 a 20	50	50	> 8	Não
H	10 a 15	10	90	> 8	Sim
I	0 a 5	50	50	*	Sim
J	0 a 5	*	*	entre 1 e 3	Sim

Fonte: Autores, 2018.

A partir dos dados da **tabela 5**, pode-se inferir que, embora algumas empresas atuem na maior parte, ou exclusivamente, em obras novas, em geral as empresas atuam tanto na execução de obras novas e reforma. Cabe ressaltar que as reformas, por terem inúmeras demolições, são as que mais geram resíduos. Conforme Nunes (2004), pequenas reformas, ilegais ou sem licença, geram separadamente quantidades pequenas de resíduos, porém o somatório das mesmas resulta em valores consideráveis. Outro aspecto importante a ser considerado é a separação dos resíduos por classe, facilitando suas destinações e evitando maiores impactos ambientais. Também se verifica que a maioria das empresas realiza a separação no próprio canteiro de obras. A **tabela 6** demonstra o grau de incidência por classe de resíduo, no período de 2016/02, nas obras das empresas.

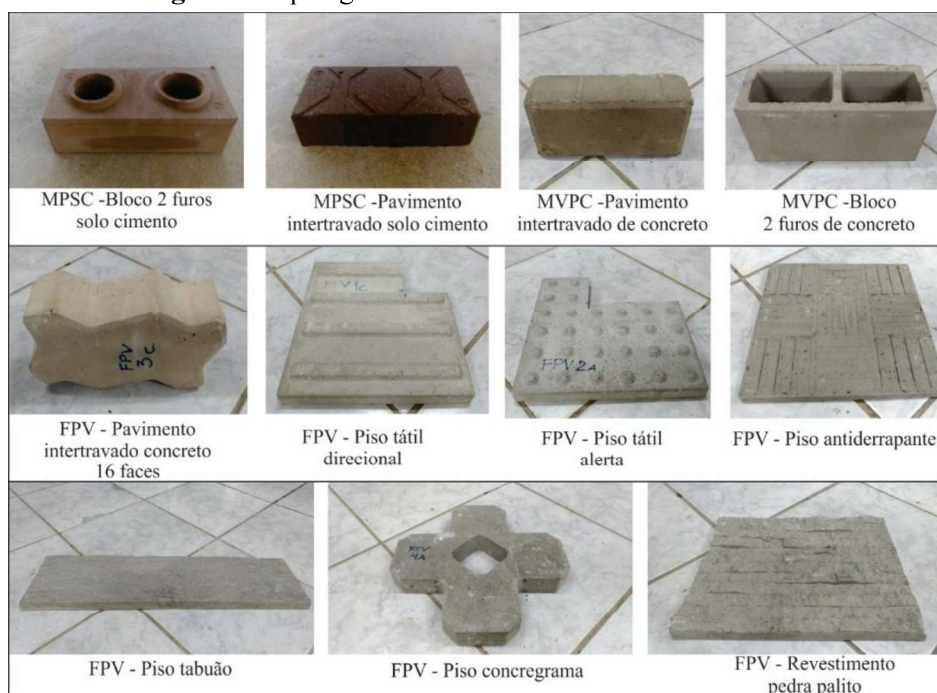
Tabela 6. RCD e incidência em obras no município “I” no período do 2º sem/2016.

TIPOS DE RESÍDUOS	Grau de incidência gerado na obra(%)	CLASSE DE RESÍDUOS (CONAMA Nº 275/2001)
Tijolos, blocos, telhas, argamassas e concreto	39	A
Papelão, plástico, metais, vidros, madeiras e gesso	40	B
Tintas, solventes, óleos e materiais com amianto	19	D
Outros	2	-

Fonte: Autores, 2018.

Com 39% de incidência, o resíduo de classe A, que além de poder ser aplicado sob a forma de aterro (CONAMA, 2002), possui grande potencial para se transformar em areia industrial, tornando-se matéria-prima verde na composição de artefatos construtivos, como tijolo de solo-cimento, blocos de concreto, pisos e revestimentos decorativos. Sendo assim, a partir de resíduos da construção e demolição, e de rejeitos de marmorarias, foram desenvolvidos produtos com aplicação de RCD na sua composição. A **Figura 2** ilustra as tipologias de elementos construtivos produzidos.

Figura 2. Tipologias e métodos de artefatos desenvolvidos.



Fonte: Autores, 2018.

Os diversos elementos construtivos produzidos com aplicação de RCD, vistos na **figura 2**, com suas respectivas composições (traços) e forma de produção, podem ser visualizados na **tabela 7**.

Tabela 7. Tabela de elementos construtivos, métodos e traço.

ELEMENTO CONSTRUTIVO	MÉTODO	Nº	TRAÇO	ÁGUA - Litros	ESPECIFICAÇÃO
Pav. Intertr. e Piso tátil direcional	FPV	1	01:02:03	10	C: areia: brita
Pav. Intertr. e Piso tátil alerta	FPV	2	1:2,1/3:2	10	C: areia: brita
Pav. Intertr. e Piso antiderrapante	FPV	3	01:02:02	10	C: pó de bloco cerâmico: pó de brita nº 0
Pav. Intertr. e Piso Concregrama	FPV	4	01:01:01	5	C: A: RG nº 0
P. tátil drecional, alerta, P. Concreg.	FPV	5	01:01:01	5	C: RC nº 0: RG nº 0
Revestimento pedra palito, P. Tabuão	FPV	6	01:01:01	5	C: solo: RG nº 0
P. tátil alerta, P. antider., P. Tabuão	FPV	7	01:01:01	10	C: RG nº 0: RG nº 1
Pav. Intertr.	FPV	8	01:02:02	10	C: A e RC nº 0: RG nº 0 e nº 1
Pav. Intertr. , Piso Tabuão	FPV	9	01:03:03	12	C: A: RG nº 0
Pav. Intertr.	FPV	10	01:03:03	15	C: A: RG nº3
Piso antiderrapante, Piso Tabuão	FPV	11	01:03:03	16	C: RG nº 0: RC nº 0
Piso tátil direcional	FPV	12	01:01:02	10	C: RG nº 0: RG nº 1
Bloco de concreto 2 furos	MVPC	1	01:02:08	*	C: RG nº 0: brita comercial nº 0
Pavimento intertravado	MVPC	2	01:05:05	*	C: A: brita comercial nº 0
Bloco dois furos	MPSC	1	01:08	*	C: solo
Pav. Intertr.	MPSC	2	01:02:06	*	C: RG nº 0: solo
Bloco dois furos	MPSC	3	1,5:7,5	*	C: solo
Bloco dois furos	MPSC	4	02:07	*	C: solo
Bloco dois furos	MPSC	5	01:03:05	*	C: RG nº 0: solo
Bloco dois furos	MPSC	6	01:02:02	*	C: RG nº 0: solo
Pav. Intertr.	MPSC	7	01:01:03	*	C: RG nº 0: solo

* Controle de água por método visual levando em conta o ponto ideal da massa. (Conhecimento empírico)

FPV - Forma Plástica Vibrada (mesa vibratória), MVPC - Máquina vibro prensa para concreto,

MPSC - Máquina prensa para solo cimento

C - Cimento; A- Areia; RG- Resíduo Granítico; RC - Resíduo Cerâmico

Fonte: Autores, 2018.

No método de produção por meio de fôrma plástica com adensamento em mesa vibratória (FPV), foram produzidos pisos intertravados, tátil, de alerta, antiderrapante e concregrama; além de revestimentos decorativos simulando pedra palito e madeira de demolição. Na produção desses artefatos foram utilizadas diversas composições, variando o traço. Os demais produtos foram produzidos a partir de vibro-prensa, tanto para os artefatos de concreto (MVPC) como para os elementos de solo cimento (MPSC). Na produção dos elementos de solo cimento, o traço também variou a fim de verificar a viabilidade de uma maior aplicação de solo e resíduos, bem como uma redução de cimento na sua composição. Algumas composições, para efeito de comparação, não utilizaram resíduos nas suas dosagens, aplicando-se traço comercial usual para servir de referência às novas proposições.

Para verificação e validação dos elementos produzidos, e para que se possa ter uma linha inicial de evolução e amadurecimento das composições (dosagens), testes foram realizados, como absorção e resistência a compressão de alguns produtos. Abaixo seguem as determinações das normas técnicas brasileiras:

- Segundo a NBR 10.834, o coeficiente de absorção de elementos de solo cimento não deve ser superior a 20%.
- A NBR 6136 estipula que a absorção máxima desses elementos não deve ultrapassar os 10%.
- A NBR 8492 determina como parâmetro mínimo de resistência a compressão média, para tijolo de solo cimento, 2MPa, sendo que a resistência à compressão individual não deve ser inferior a 1,7MPa.
- A NBR 6136, com relação à resistência à compressão, trás os seguintes parâmetros: para pisos intertravados a resistência média deve ser igual ou superior a 35MPa; para blocos de vedação e resistência é dividida por classes, sendo que exige-se no mínimo 2MPa para a classe D.

A **tabela 8** apresenta dados do coeficiente de absorção e resistência à compressão dos artefatos produzidos.

Tabela 8. Coeficiente de absorção e resistência a compressão dos elementos produzidos.

MÉTODO	Nº	ABSORÇÃO MÉDIA FINAL (%)	TESTE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO MÉDIA FINAL (MPa)	MÉTODO	Nº	ABSORÇÃO MÉDIA FINAL (%)	TESTE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO MÉDIA FINAL (MPa)
PFV	1	9,28	*	PFV	12	9,37	*
PFV	2	9,23	*	MVPC	1	-	1,90
PFV	3	9,04	*	MVPC	2	6,55	38,52
PFV	4	9,58	*	MPSC	1	13,21	1,18
PFV	5	9,3	*	MPSC	2	12,92	1,58
PFV	6	9,48	*	MPSC	3	14,37	1,37
PFV	7	9,46	*	MPSC	4	12,45	2,12
PFV	8	9,42	*	MPSC	5	14,85	0,74
PFV	9	9,38	*	MPSC	6	11,39	1,30
PFV	10	9,57	*	MPSC	7	10,75	8,35
PFV	11	9,22	*				

* Não se aplica ao elemento construtivo de pisos.

Fonte: Autores, 2018.

A partir dos dados acima, observa-se que todos os elementos atendem os requisitos em relação

ao coeficiente de absorção. Com relação a resistência à compressão, apenas dois elementos se demonstram favoráveis no momento – MVPC 1 (intertravado de concreto) e MPSC 4 (tijolo de solocimento), porém ambos são traços de referência que não utilizaram resíduo da construção na sua composição. Um aprimoramento nos traços e nos processos de cura se faz necessário para que os traços atendam a exigência mínima de resistência à compressão para tijolos de solo cimento. Comparando os traços MPSC 5 e 6, verifica-se que a resistência do traço 6 é 75% superior, pois apresenta uma relação menor entre os elementos que compõem o traço, principalmente entre aglomerante e agregados. Mota, *et al.* (2014), em estudo de tijolos de solo-cimento com resíduos de granito e caulim, com três tipos de traços, obtiveram resultados satisfatórios em relação a absorção de água, a resistência a compressão simples não atingiu os 2 MPa mínimos exigidos pela ABNT 10834.

Outrora, observando o traço do elemento MPSC 7, onde foram aplicados uma parte de cimento, uma parte de resíduo proveniente de rochas graníticas e três partes de solo, verificou-se que esse elemento, que é maciço, ao compará-lo com os tijolos, que possuem dois orifícios, demonstrou resistência a compressão bem superior ao mínimo exigido pela norma (2Mpa). Dessa forma, mostra-se viável para ser aplicado na composição de alvenarias, podendo ainda ser ampliada proporção de solo e resíduos na sua dosagem.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

O presente trabalho avalia as possibilidades de reaproveitamento de resíduos e sua aplicação na substituição de materiais de construção convencionais por materiais de construção sustentáveis em diversos segmentos da construção civil. Também reforça o quão complexa é a cadeia de reciclagem de resíduos e o desafio de que os produtos apresentados, na forma de tijolos, blocos, pavimentos, pisos e placas de revestimentos decorativos, atendam as normas técnicas vigentes. Contudo, devemos enfatizar o ganho ambiental que pode ser obtido com a utilização de agregados reciclados, que além de apresentarem custo inferior aos agregados naturais, diminuem a extração de matéria prima natural, e mitigam impactos ambientais com uma destinação final correta e menos agressiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os membros da equipe que de uma forma ou de outra colaboraram com o desenvolvimento da pesquisa; à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia – SDECT do estado do Rio Grande do Sul pelo fomento, sem esse seria impossível desenvolver o presente trabalho, e a Universidade – URI Santiago/RS pelo incentivo e apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. 1992. **Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Cap.21. Acessado em: 07/12/2007, disponível em: <http://www.mma.gov.br>.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Reciclagem na Construção Civil, 2001. Acessado em: 23/05/2014, disponível em: <http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.834: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural.** Rio de Janeiro. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.492: Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção d'água.** Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.836: Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio.** Rio de Janeiro. 2013.

BRASIL. 2002. Resolução CONAMA n.º 307 - **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 17 de julho de 2002.

COLOMBO, C.R.; BAZZO, W.A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: Um enfoque CTS.** Revista Roteiro, Laçaba, 2001. Acessado em: 23/05/2014, disponível em: http://www.nepet.ufsc.br/Documentos/Construcao_Civil_com_enfoque_CTS.pdf

MOTA, J. D.; OLIVEIRA, D. de F.; TRAJANO, M. F.; SANTIAGO, N. de O.; SILVA A. P. de A. **Aproveitamento dos Resíduos de Granito e Caulim como Materiais Aditivos na Produção de Tijolos Ecológicos.** Acessado em 03 de agosto de 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=APROVEITAMENTO%20DOS%20RES%20C3%84DUOS%20DE%20GRANITO%20E%20CAULIM%20COMO%20MATERIAIS%20ADITIVOS%20NA%20PRODU%20C3%87%20C3%83O%20DE%20TIJOS%20ECOL%20C3%93GICOS>.

NUNES, K. R. A. 2004. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição.** Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 276 p.

SANTIAGO, Prefeitura Municipal de Santiago. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS -Município de Santiago.** Santiago, RS, 2013.