

ANALISE DE CONCRETO RECICLADO COM E SEM O USO DE ADITIVO

ANALYSIS OF RECYCLED CONCRETE USING ADITIVI AND WITHOUT ADDTIVE

Uesley de Sousa Batista Ferreira¹

Davidson Pereira Mastrangi²

Fabio Braga da Fonseca³

RESUMO: A área da construção civil vem crescendo ano após ano e gerando, dessa forma, muitos resíduos, onde muitos deles não têm local adequado para descarte, sendo descartados na natureza, danificando o meio ambiente, e muitos desses resíduos de concreto pode ser reutilizado para outros fins na construção da área. Este trabalho tem como objetivo analisar dois traços de concreto reciclado com o uso de aditivo e sem aditivo pelos testes de resistência à compressão axial e tração por compressão diametral e módulo de elasticidade. Com o resultado obtido, concluiu-se que o aditivo plastificante obteve uma maior trabalhabilidade com o concreto e fez com que ele ganhasse mais resistência no teste de compressão axial comparado com sem aditivo.

Palavras-chave: resíduos, agregados, aditivo, natureza, reaproveitamento.

ABSTRACT: *The area of civil construction has been growing year after year and in this way generating many residues, where many of them don't have an appropriate place for disposal, being discarded in nature, damaging the environment, and many of these residues of concrete can be reused for other purposes in the area construction. This work aims to analyze two traces of recycled concrete with the use of additive and without additive by the tests of resistance to axial compression and traction by diametral compression and modulus of elasticity. With the result obtained, it was concluded that the plasticizer additive obtained a greater workability with the concrete and made that it gained more resistance in the test of axial compression compared with without additive.*

Keywords: waste, aggregates, additive, nature, reuse.

¹ Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: uesley_sousa96@hotmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: davidson.mastrangi@gmail.com

³ Docente em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: fabiofb31@yahoo.com.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao aumento de obras nas áreas urbanas, a construção civil vem causando aumento na quantidade e na diversidade de poluentes ambientais em consequência influencia a qualidade de vida dos seres vivos na terra. Este fato tem a necessidade de estabelecer alguns meios de desenvolvimento de sustentabilidade ambiental. Desta forma, o crescimento sustentável virou uma grande preocupação para indústria da área da Construção Civil, também responsável pelo consumo dos recursos naturais (SANTANA et.al., 2011)

Segundo a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2013), estima-se que o Brasil gerou mais de 42 milhões de toneladas de resíduos provenientes da construção civil somente no ano de 2013. Esse valor representa um crescimento de 4,6% do gerado em relação ao ano de 2012, segundo a própria agência. Contudo, a distribuição da geração de resíduos está atrelada a grandes centros urbanos, sendo que a região sudeste se destaca com mais da metade de todo o volume nacional produzido. Deve-se, ainda, considerar que estes valores obtidos não levam em consideração os volumes de RCD que são descartados sem controle.

O concreto é o material de construção mais consumido no mundo. Uma estimativa é que no Brasil até 2017 será consumido 72,3 milhões de m³ ao ano de concreto dosado em central, segundo dados obtidos em pesquisa encomendada pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2012).

O RCD podem ser distinguir-se por materiais cerâmicos e produtos à base de cimento, onde se encaixa em uma classe que não se encontra útil para ao meio ambiente.

Como não tem nenhum local de armazenamento adequado, na maioria das vezes são depositados em locais proibidos, ocupando considerável o volume, sendo que geralmente são inertes ao meio ambiente. Por este motivo, o RCD tem sido um ponto de diversas pesquisas, com frequência na produção de novos concretos como argamassas (FONSECA, 2002).

O ramo da construção civil possui um desafio de aliar uma atividade produtiva dessa importância com condições que sigam a um desenvolvimento sustentável consciente e pouco destrutivo ao meio ambiente (PINTO, 2005).

Segundo Addis (2010), a indústria de resíduos da construção civil tem tentado incentivar a redução da massa de resíduo descartado. O reaproveitamento e a reciclagem dos materiais de construção civil e demolição trazem varios benefícios e deve apresentar progresso nos próximos anos, e um profissional engajado em projetos

de reutilização, reciclagem, possui maior respeitabilidade e credibilidade no seu mercado de atuação

A principal contribuição é mostrar que a reciclagem dos resíduos RCD pode auxiliar na produção de materiais baixo custo, colaborando para a construção de habitações mais baratas. O uso do RCD é fundamental, pois é cada vez mais necessária a conscientização quanto ao fato de que o ganho com a reciclagem é geral. A partir do momento em que existe um melhor aproveitamento de materiais descartados como “lixo” e que possuem elevado potencial para serem transformados em matéria-prima, passando de problema a solução (PATTO 2006).

É correto analisar que o elemento vindo de um material da natureza desconhecida possui propriedades menores do que a de um material convencional. No entanto, esta observação apenas será verdadeira para algumas exigências do produto, desimpedindo que este material, normalmente titulado de “baixa qualidade”, seja adequadamente utilizado para outro destino com a técnica correta (FONSECA, 2002). Desta forma, é preciso ter atenção com a substituição dos materiais convencionais pelos reciclados, por possuir diferentes propriedades. É importante conhecer o material para possuir o controle de suas características. A reciclagem não somente acrescenta novos materiais ao mercado, mas também gera benefícios adicionais, pois sendo mais baratos que os convencionais, podem viabilizar projetos de interesse social (GONÇALVES, 2001).

Este trabalho tem como objetivo analisar dois traço de concreto reciclado com a utilização de aditivo e sem aditivo por meio dos ensaios de resistência a compressão axial e tração por compressão diametral e módulo de elasticidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os RCD são definidos como sendo resíduos provenientes das operações de construção, reforma, reconstrução, alteração, conservação, demolição de edificações. A produção de resíduos destes está sobre tudo centralizada no setor da construção civil, nomeadamente em processos como obras de construção, demolições e operações de manutenção, restauro, remodelação e reabilitação de construções previamente existentes (PEREIRA; VIEIRA, 2013).

Para Ferreira e Thomé (2011), o reaproveitamento do RCD, além de trazer vantagens do ponto de vista ambiental, se torna uma alternativa economicamente vantajosa, pois a partir deste material pode ser criado um novo material, com isso haverá redução da utilização dos recursos naturais.

2.1 Formação de resíduos

Atualmente a geração de resíduos é um problema, dos quais exigem leis ambientais que regulamentam a disposição e o gerenciamento desses rejeitos, na maioria das vezes é economicamente mais interessante fazer algum tipo de reaproveitamento, do que pagar as taxas ambientais. (GONÇALVES, 2001). A estimativa do volume de RCD gera uma média de 500 kg/ano.hab. nas cidades brasileiras, no total de 68,5 milhões de toneladas por ano para os brasileiros (ÂNGULO et al., 2002).

Internacionalmente a produção dos RCD apresenta 70 milhões de toneladas no Reino Unido a Austrália, em torno de 14 milhões de toneladas de resíduos são assentados em aterros a cada ano e 44% do desperdício é atribuído ao ramo da construção (TAM et al., 2008).

Os resíduos de concreto têm grandes potencias para serem utilizados como matéria-prima. No entanto, a falta de informação e estudo sobre esses materiais, os leva a ser desperdiçados. Tendo em vista essa problemática se faz a disponibilidade de locais para instalação de sistemas de recepção, triagem e tratamento dos resíduos de obras, disposto de oferecer à comunidade benefícios ambientais, econômicos e sociais (HIROMI, 2010).

Mymrin et al. (2014) afirma que o entulho que sai dos canteiros de obras brasileiros é composto basicamente de 23% de argamassa, 26% com componentes de vedação de tijolos e blocos, 49% de concreto e 2% de outros materiais prejudiciais, como metal pesado e plasticos.

2.2 Agregado reciclado

Segundo Cabral (2007), a trabalhabilidade dos agregados reciclados apresenta resultados menores em relação aos naturais. Isso se dá pelo fato de que os gregados reciclados são considerados mais secos que os normais, ocasionando uma maior absorção de água do que o normal, o que faz com que o resultado final apresente um material com uma mistura mais seca, já que os agregados retiram a água do processo que seria usado no cimento, provocando uma menor trabalhabilidade do conjunto. Além disso, a britagem do processo pode causar uma formação de agregados com extremidades angulares, fator que não é característico em materiais naturais que são arredondados e com uma superfície lisa.

No caso os agregados graúdos ou miúdos o mesmo foi analisado que a sua

aplicação apresenta conclusões satisfatórias, com a relação ao fator água/cimento sendo o número bastante baixo em relação ao concreto virgem. Sendo capaz de obter concreto mais compactos, já sua utilização como agregado graúdo, deu-se claro a sua dificuldade principalmente referente à resistência a compressão, a abrasão e a permeabilidade (HOOD, 2006).

2.3 Vantagens dos agregados

O beneficiamento dos agregados de RCD reciclados consiste em práticas envolvendo coleta, transporte, separação de materiais indesejáveis, britagem, peneiramento e estocagem dos materiais até a sua posterior utilização. De acordo com Leite (2001) a vantagem dos resíduos de construção e demolição não difere muito do procedimento entregue à produção de agregados naturais, fazendo-se que inúmeros dos equipamentos utilizados se adéquam em ambos os casos.

2.4 Classificações de RCD

Segundo a norma Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 15114 (2004) relaciona os resíduos de construção e demolição em quatro classes:

- a) Classe A – resíduos reaproveitáveis ou reciclados como agregados de construções, reforma e demolição de pavimentos, de obras de infraestrutura incluso solo, de edificações tijolos, argamassa, concreto etc. e de fabricação e/ou demolição de pré-moldados de concreto produzidos em obras.
- b) Classe B – resíduos recicláveis para diferentes utilizações, tais como plásticos, papel, metais e madeiras.
- c) Classe C – resíduos para cuja reciclagem/recuperação não foram desenvolvidas tecnologias economicamente viáveis, como o gesso.
- d) Classe D – resíduos perigosos, como tintas, solventes e óleos, e oriundos de obras em clínicas radiológicas, instalações industriais entre outros.

Segundo Carrijo (2005), as usinas de reciclagem classificam os agregados reciclados de RCD pela cor predominante: cinza associado a componentes de natureza cimentícia e vermelho (predominância de componentes de natureza

cerâmica). Considera que o emprego dos agregados reciclados de RCD em muitos tipos de concretos é viável, sendo que um dos pontos que limitam o seu uso refere-se à diferença da composição e à variabilidade das propriedades físicas, pois não sabe o certo da sua origem do agregado reciclado como por exemplo se ele passou por uma química antes com algum tipo de tinta, assim faz que limitam muito o seu uso

2.5 Formato dos agregados de RCD

De forma global os agregados de RCD tem uma textura de maior parte áspera, dessa forma existe a necessidade de produzir maior pasta de cimento para garantir a mistura do concreto; além disto, esses agregados tem um aumento na quantidade de absorção de água em relação aos agregados naturais (HIROMI, 2010).

2.6 Aditivos

Os aditivos de um modo geral são produtos capazes de modificar o comportamento de concretos e argamassas e já começaram a ser utilizados mesmo antes da descoberta do cimento Portland, com outros tipos de aglomerantes. O uso de aditivos sempre foi com o objetivo de ampliar as propriedades dos aglomerantes, adequando concretos e argamassas às mais diversas exigências de projeto e necessidades de canteiro de obras (CORREIA, 2010). (REFERENCIA)

Aditivos são produtos que, adicionados ao concreto e argamassas de cimento Portland ou aglomerantes compatíveis, facilitam a sua utilização, modificam e/ou melhoram algumas de suas propriedades, apropriando as determinadas condições. Os aditivos são empregados na produção de concretos, argamassas e artefatos de cimento, adequando-os à tecnologia de aplicação e melhorando seu desempenho mecânico e de resistências às solicitações físicas e químicas, tornando-os mais econômicos e duráveis. Para tanto, os aditivos deverão ser convenientemente selecionados, testados e dosados (NBR 11768). (REFERENCIA)

A Norma ABNT define aditivo plastificante da seguinte forma: “Produto que aumenta o índice de consistência do concreto mantida a quantidade de água de amassamento, ou que possibilita a redução de, no mínimo, 6% da quantidade de água de amassamento para produzir um concreto com determinada consistência”, (ABNT, EB 1763, p. 2).

Uma das principais propriedades do concreto é a trabalhabilidade, pois está relacionada a resistência mecânica e a durabilidade do concreto. Na sua produção,

diversas características físicas, influenciam a trabalhabilidade como: o atrito interno entre os diversos componentes sólidos que pode ser modificado por vibração, adição de água ou aditivos adequados e a temperatura. A adição de água melhora a trabalhabilidade, porém não mantém a homogeneidade do concreto e pode causar perda da resistência mecânica (MARTIN, 2005).

Por essas questões os aditivos plastificantes são utilizados de diversas maneiras no concreto, podendo ser empregados para diferentes funções, como aumentar a trabalhabilidade, mantendo o consumo de água; podem manter a trabalhabilidade e a resistência, reduzindo a quantidade de cimento, o que gera a redução de custo do concreto; ou pode reduzir a quantidade de água, aumentando a resistência e durabilidade do concreto (HARTMANN, 2002).

Para Neville e Brooks (2013), os aditivos redutores de água possuem agentes tensoativos que tem afinidade com as partículas de cimento fornecendo cargas negativas, repelindo as partículas e estabilizando a dispersão, além de impedir as bolhas de ar de ficarem aderidas ao cimento. Isso faz com que as partículas se agitem, e como a água não sofre restrições, passa a lubrificar a mistura e aumenta a trabalhabilidade. A redução real do consumo de água está relacionada com a composição química do cimento e o tipo de agregado utilizado, a fim de evitar problemas como segregação, exsudação e perda de abatimento deve-se executar misturas experimentais antes do traço definitivo,

2.6.1 Vantagens da utilização dos aditivos plastificantes

O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2015), define em seu manual de aditivos para concreto que, a aplicação de plastificante e superplastificante confere vantagens ao concreto. O aumento da consistência, onde sem adicionar mais água temos um ganho na fluidez do concreto, o aumento da resistência, uma vez que para reduzir o consumo de água basta manter fixo o consumo de cimento e a consistência. Ainda se for a necessidade reduzir o consumo de cimento, basta dosar o aditivo de forma a reduzir a relação a/c sem que isso altere a consistência.

Para Metha e Monteiro (2014), os aditivos redutores de água além de influenciar positivamente nas taxas de hidratação do cimento, contribuem consideravelmente para o ganho de resistência inicial, e influenciam no ganho de resistência final. A fim de calcular a quantidade de aditivo a ser utilizada na mistura de concreto, faz-se uma relação de sua massa com a massa de cimento, ou se houver adições a soma das massas de cimento mais adições, com isso obtém-se a

porcentagem de aditivo a ser utilizada.

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desse trabalho foi utilizado traço de 1 : 1,6 : 2 : 0,45 com cimento CP-II, 10% e 20% de agregado reciclado em relação ao agregado natural e aditivo plastificante.

3.2 LOCAL

Os ensaios serão realizados no Laboratório de materiais de construção localizado no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro/SP

3.3 Desenvolvimento

Para determinar o traço em massa aplicado, foi utilizado a seguinte equação (1) :

$$c \left(\frac{c}{yc} + \frac{Agm^2}{yag.m} + \frac{Agg}{yag.g} + a/c \right) = 1000 \quad (1)$$

Onde:

C : consumo de cimento (kg;m³)

yc: massa específica do cimento (kg)

yag.m : massa específica do agregado miúdo (kg)

yag.g : massa específica do agregado graúdo (kg)

a/c : relação água/cimento

Para ser definida a quantidade total dos agregados, foi definido consumo de cimento de 470 kg/m³ de concreto e a relação de água e cimento é de 0,45

3.2.1 Curva Granulométrica

A curva granulométrica é um gráfico consecutivo de um ensaio de peneiramento do solo, onde são colocados vários tamanhos de agregados de certas amostras em peneiras que sofrem vibração, assim transferindo partículas de agregados de peneira a peneira de acordo com a abertura de cada peneira.

3.2.2 Slump Test

Segundo a norma ABNT NBR NM 67 (1998). Este ensaio tem a finalidade de

mostrar a consistência do concreto, seu modo de preparo é colocar a fôrma tronco-cônica sobre uma placa metálica nivelada e apoiar os pés sobre as abas inferiores do cone, em seguida colocar a primeira camada de concreto e aplicar 25 golpes com a haste de soca mento, depois fazer mais duas vezes o mesmo procedimento colocando concreto e socando 25 vezes em cada etapa.

Após a última compactação, retirar o excesso de concreto com uma régua e em seguida retirar o cone. Em seguida deve-se colocar a haste sobre o cone invertido e medir o abatimento que é a distância entre o topo do molde e o ponto médio da altura do tronco de concreto moldado. A medida máxima e mínima do abatimento é definida pelo calculista, em função das propriedades desejadas.

3.2.3 Cálculo de resistência a compressão axial

De acordo com a ABNT NBR 5739 (2018), os corpos de prova devem ser rompidos à compressão em uma dada idade especificada, com as tolerâncias de tempo descritas na seguinte tabela. Neste trabalho será realizado aos 28 dias de idade.

Tabela 1 – Tolerância para a idade de ensaio

Idade do ensaio (dias)	Tolerância permitida (horas)
1d	0,3hr
3d	3hr
7d	6hr
28d	24hr
63d	36hr
94d	48hr

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5739 (2018)

A resistência à compressão deve ser calculada pela formula:

$$f_c = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

Onde:

f_c : é a resistência à compressão, expressa em (MPa)

F : a força máxima alcançada, expressa em (N);

D : o diâmetro do corpo de prova, expresso em (mm).

3.2.4 Calculo de resistência a tração por compressão diametral

Segundo ABNT NBR 7222 (2011) deve-se traçar em cada extremidade do corpo de prova cilíndrico, uma linha diametral de modo que as duas linhas resultantes fiquem contidas no mesmo plano axial. Esse procedimento é desnecessário quando se dispõe de dispositivos auxiliares para posicionamento do corpo de prova.

A resistência de tração por compressão diametral deve ser calculada pela formula:

$$f_{tk} = \frac{4.F}{\pi D.L} \quad (3)$$

Onde:

f_{tk}: é resistência a tração por compressão diametral, demonstrada com três algarismo em (MPa);

F: a força máxima obtida no ensaio, demonstrado em (N) D: o diâmetro do corpo de prova, demonstrado em (mm)

D: o diâmetro do corpo de prova, expresso em (mm)

L: seria o comprimento do corpo de prova, demonstrado em (mm)

3.2.5 Aditivo Plastificante

Foi utilizado o aditivo plastificante polifuncional redutor de agua segundo a NBR 11768, com porcentagem de 0,8% em relação a água/cimento.

4 Resultados

4.1 Slump Test

Tabela 1. Slump Test

	T1	T2
Com Aditivo	21 cm	20 cm
Sem Aditivo	9,5 cm	9,5 cm

Fonte: Autoria própria (2018)

4.2 Resistencia a compressão axial com aditivo

TABELA 2. Resistencia a compressão com 10% de RCD

	H (cm)	D (cm)	A (cm²)	F_{máx} (kgf)	σ_{max} (MPa)	σ_{max} (MPa)	f_{ck} (MPa)	D.P (MPa)
CP 1	19,35	9,80	75,43	27,360	36,27			
CP 2	19,35	9,80	75,43	30,560	40,51			
CP 3	19,35	10,00	78,54	29,700	37,82	38,07	32,89	2,36
CP 4	19,65	9,90	76,98	30,710	39,90			
CP 5	19,70	10,00	78,54	27,040	34,43			
CP 6	19,40	9,90	76,98	30,380	39,47			

Fonte: Aatoria própria (2018)

TABELA 3. Resistencia a compressão com 20% de RCD

	H (cm)	D (cm)	A (cm²)	F_{máx} (kgf)	σ_{máx} (MPa)	σ_{cm} (MPa)	D.P (MPa)	f_{ck} (MPa)
CP 1	19,40	10,00	78,54	29,400	37,43			
CP 2	19,60	9,90	76,98	32,590	42,34			
CP 3	19,90	9,90	76,98	30,320	39,39	38,71	2,40	34,80
CP 4	19,80	10,00	78,54	29,800	37,94			
CP 5	19,70	9,88	76,67	30,560	39,86			
CP 6	20,50	9,96	77,91	27,510	35,31			

Fonte: Aatoria própria (2018)

4.3 Resistencia a tração por compressão diametral com uso de aditivo

TABELA 4. Resistência a tração com 10% de RCD

	H (cm)	D (cm)	A (cm ²)	F _{máx} (kgf)	$\sigma_{máx}$ (MPa)	σ_{tm} (MPa)	D.P (MPa)	f _{tk} (MPa)
CP 1	19,65	10,00	308,66	12,230	3,96			
CP 2	19,20	9,80	295,56	11,550	3,91			
CP 3	19,60	9,90	304,80	11,020	3,62	3,77	0,37	2,85
CP 4	19,60	10,00	307,88	11,900	3,87			
CP 5	19,10	9,90	297,02	9,220	3,10			
CP 6	19,20	9,90	298,58	12,490	4,18			

Fonte: Autoria própria (2018)

TABELA 5. Resistência a tração com 20% de RCD

	H (cm)	D (cm)	A (cm ²)	F _{máx} (kgf)	$\sigma_{máx}$ (MPa)	σ_{tm} (MPa)	D.P (MPa)	f _{tk} (MPa)
CP 1	19,70	10,00	309,45	11,690	3,78			
CP 2	19,90	9,98	311,96	10,850	3,48			
CP 3	20,10	9,96	314,47	9,930	3,16	3,77	0,43	2,93
CP 4	19,75	9,98	309,61	11,470	3,70			
CP 5	19,80	9,89	307,60	13,030	4,24			
CP 6	19,60	10,00	307,88	13,110	4,26			

Fonte: Autoria própria (2018)

4.3 Modo de elasticidade

TABELA 6. Módulos de elasticidade com aditivo

Traço c/ aditivo	CP1 (MPa)	CP2 (MPa)	CP3 (MPa)	CP4 (MPa)	CP5 (MPa)	CP6 (MPa)	D.P (MPa)	Média (GPa)
T1	29859,3	28470,9	39119,2	33515,3	44906,6	64468,4	0,63	40,0566
T2	22459,93	21839,41	3041,73	38302,56	38910,1	50183,83	2,40	29,1229

Fonte: Autoria própria (2018)

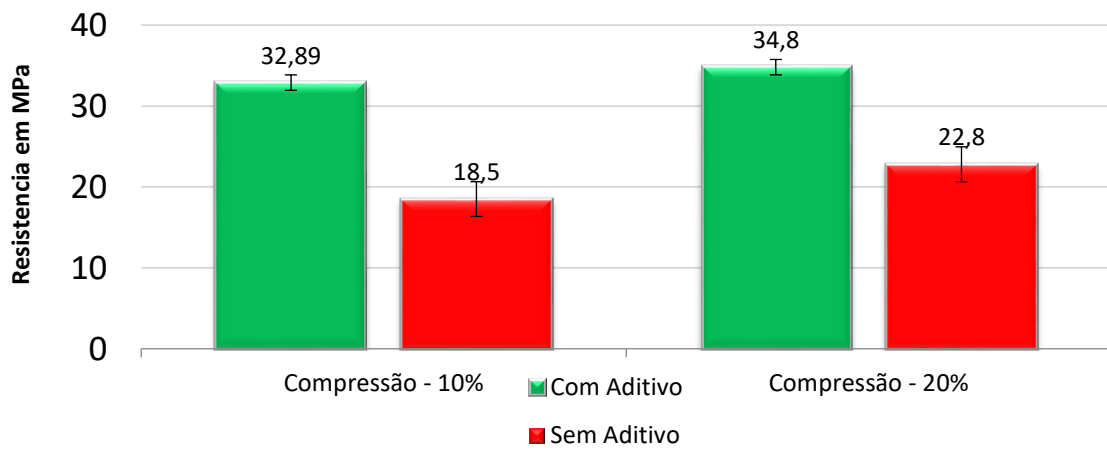
TABELA 7. Módulos de elasticidade sem aditivo

Traço S/ aditivo	CP1 (MPa)	CP2 (MPa)	CP3 (MPa)	CP4 (MPa)	CP5 (MPa)	CP6 (MPa)	D.P (MPa)	Média (GPa)
T1	5417	6958	7308	7233	9472	6657		7,17417
T2	6453	4530	7001	18902	7736	25121		11,6238

Fonte: Autoria própria (2018)

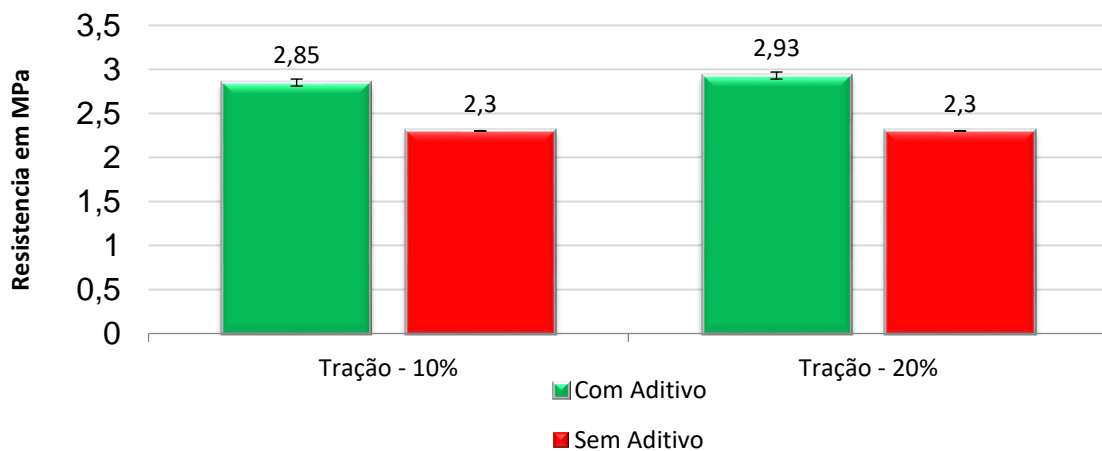
4.5 Grafico de comparação das análises

GRAFICO 1. Resistencia a compressão axial



Fonte: Autoria Própria (2018)

GRAFICO 2. Resistência a tração



Fonte: Autoria Própria (2018)

4.6 Discussões

Ao analisar a tabela 1 do slump test observamos como o aditivo plastificante foi muito eficiente em relação a a/c, como o agregado tem uma absorção de água maior que o comum, não conseguiu ter uma boa trabalhabilidade assim tendo uma altura baixa, já com o aditivo obteve uma trabalhabilidade muito eficiente com uma altura significativa para que aumente sua trabalhabilidade, o aditivo ao entrar em contato com o cimento, fez que separasse os grãos de cimento que não foram dissolvidos pela água assim aumentando sua fluidez e tendo um resultado mais eficiente.

Já no gráfico 1 que é sobre a resistência a compressão, observa que o traço com aditivo de 10% obteve uma resistência maior do que o mesmo sem aditivo, por causa das suas características que foi aplicado com sucesso em sua mistura, pois o uso deste aditivo tem como objetivo reduzir ou manter o consumo de água do concreto sem perder a boa consistência do material, o resultado é um ganho de resistência final do concreto como podemos observar também no compor de prova com 20% de RCD onde também obteve uma maior resistência onde a porcentagem de substituição do agregado foi muito eficiente ajudando a aumentar sua resistência, por causa de sua geometria ser toda diferente do que um agregado comum, fez que ocupasse maior espaço no concreto diminuindo o número de vazios assim aumentando mais sua resistência a compressão.

No gráfico 2 que é sobre a resistência a tração, não obteve um resultado tão significativo em relação ao concreto sem aditivo, como já de sua característica não aguentar resistência a tração, desse lado não fez muita diferença na utilização do aditivo plastificante.

No modo de elasticidade, onde serve para ver a tensão e deformação que o concreto consegue aguentar até o seu rompimento, observa que a resistência foi muito mais significativa para o aditivo onde aguentou uma resistência bem maior superior ao sem aditivo nos dois traços de RCD isso dando em conta que, o tanto de importância o aditivo teve nessa mistura, onde podendo melhorar no custo benefício da obra ao se utilizar o mesmo traço com aditivo plastificante.

5 Conclusão

Com análise dos resultados obtidos foi possível chegar nas seguintes conclusões

5.1 Concreto em estado fresco

A utilização do aditivo no concreto em estado fresco houve uma sustentação na consistência da pasta com um menor consumo de água, pois o agregado reciclado tem como absorção de água maior que o agregado comum, em tanto o aditivo fez que ele aumentasse sua fluidez melhorando sua trabalhabilidade, assim estando dentro do esperado para o uso desse aditivo, que conforme as indicações do fabricante.

5.2 Concreto em estado endurecido

Como esperado houve um ganho de resistência a compressão maior com o uso do aditivo, comparado ao sem aditivo, por ser de sua característica do aditivo ter um aumento em sua resistência com a falta de a/c, como foi o caso do concreto que não obteve o uso do aditivo que teve uma resistência inferior.

Por tanto o uso de agregado reciclado com uso de aditivo possibilita sim uma mudança na área da construção civil futuramente, podendo substituir o agregado comum pelo o agregado reciclado, assim melhorando na reciclagem dos resíduos diminuindo o descarte em lugares não apropriados sendo um meio sustentável, porém precisa de mais análises com diferentes tipos de cimentos ou outros aditivos para que possa obter essa alteração de agregados comum pelo reciclado.

REFERÊNCIAS

ADDIS, Bill. **Reúso de materiais e elementos de construção**. Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Guia básico de utilização do cimento Portland. 7.ed. São Paulo, 2012. 28p. (BT-106).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ADITIVOS - **Aditivos para Concreto de Cimento Portland**. EB 1763 – Rio de Janeiro, 1992

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Concreto -

Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. NBR NM 67, ABNT, Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Agregado miúdo – **Determinação de absorção de água**. NBR NM 30, ABNT, Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Concreto e Argamassa – **Determinação da resistência a tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. NBR 7222, ABNT, Rio de Janeiro, 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Concreto – Ensaio **descompressão de corpo de prova cilíndricos**. NBR 5739, ABNT, Rio de Janeiro, 2018

Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, edição 2013. Disponível em: www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf.

BAZUCO, R.S. **Utilização de agregados reciclados de concreto para a produção de novos concretos**. 1999. 100 p. Dissertação (Mestrado). Curso Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1999.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. Tese apresentada à escola de engenharia de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em ciência da engenharia ambiental (2007)

CARRIJO, P. M. **Análise da influência da massa específica de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto**. 2005. 129 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005

FONSECA, F.B. **Desempenho estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição**. 2002. 167 p. Tese (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade de São Carlos, São Paulo, 2002.

FERREIRA, M. C., THOMÉ, A. **Utilização de resíduo da construção e demolição como reforço de um solo residual de basalto, servindo como base de fundações superficiais** – Passo Fundo, RS. Teoria e prática na engenharia civil. Passo Fundo, n. 18, p. 1 – 12, nov./2011.

HARTMANN, C. T. **Avaliação de aditivos superplastificantes base policarboxilatos destinados a concreto de cimento Portland**. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

HIROMI, L. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural**. 2010. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

HOOD, R. S. S. **Análise de viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006

IBI, Instituto Brasileiro de Impermeabilização. **Manual de utilização de aditivos para concreto dosado em central.** [S.l.: s.n.], 2015. 32 p. v. 1.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. 270 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARTIN, J.F.M. Aditivos para concreto In: SAIA, G.C. (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** São Paulo: IBRACON, 2005.

METHA, P.; Monteiro, P. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: Pini, 1994

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedade e materiais.** 2. Ed. São Paulo. IBRACON, 2014.

MYMRIN, V.; MEYER, S.A.S.; ALEKSEEV, K.P.; PAWLOWSKY, U.; FERNANDES, L.H.; SCREMIM, C.B.; CATAI, R.E. Manufacture of a construction material using the physicochemical properties of ash and sludge wastes from MDF board production. **Construction & Building Materials**, v. 50, p. 184-189, 2014

NEVILLE, A. M.; BROOKS J. J. **Tecnologia do concreto.** 2. Ed. Porto Alegre. Bookman, 2013.

NEVILLE, A. **Propriedades do concreto** . 2 Ed. Ver. Atual. São Paulo: Pini, 1997. 828p.

PEREIRA, P. M.; VIEIRA, C. S. **Resíduos de Construção e Demolição um estado de arte visando a sua valorização em trabalhos geotécnicos.** 2013.

PINTO, T.P. **Reaproveitamento de resíduos da construção.** Projeto, n. 98, p. 137-138, 1987.

PINTO, T. P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP,** São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

RASHWAM, M. S.; ABOURIZK, S. The properties of recycled concrete. **Concrete International**, v.19, n.7, p. 56-60, 1997

SAGOE-CRENTSIL, K. k.; BROWN, T.; TAYLOR, A. H. Performance of concrete made with commercially produced coarse recycled concrete aggregate. **Cement and Concrete Research**, v. 31, n.5, p 707-712, 2001

SANTANA, V. M.; PAES, F. P.; SANTANA, D. S.; CERQUEIRA, M. B. S.; SILVA,

F.G. S.; ARAGÃO, H. G. Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, 15.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE POS GRADUAÇÃO, 11.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA JUNIOR, 5., 2011, Cruz das Almas, Bahia. **Anais eletronicos...** Cruz das Almas, Bahia: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011.

TAM, V. W. Y. et al. **New approach in measuring water absorption of recycled aggregates. Constructio**

