



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

RENATA DELAZARI MARTINS

**A IMPORTÂNCIA DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONCRETO
COMO AGREGADO RECICLADO NA FABRICAÇÃO DO MESMO**

UBÁ/MG

2015

RENATA DELAZARI MARTINS

**A IMPORTÂNCIA DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONCRETO
COMO AGREGADO RECICLADO NA FABRICAÇÃO DO MESMO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Me. Iracema Mauro Batista.

UBÁ/MG

2015

A IMPORTÂNCIA DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONCRETO COMO AGREGADO RECICLADO NA FABRICAÇÃO DO MESMO

Resumo

Apresentar, através de revisão bibliográfica, a importância do reaproveitamento dos resíduos de concreto como agregado reciclado para a fabricação do mesmo. Para isso, é fundamental o conhecimento das propriedades dos agregados utilizados, pois está diretamente ligado à qualidade e à elaboração de um concreto de bom nível, logo, foram analisadas algumas propriedades dos agregados e do concreto fabricado com agregados reciclados como, por exemplo, a massa específica, relação água e cimento, absorção de água, trabalhabilidade e resistência à compressão em comparação com o convencional. Dessa forma, pode - se chegar à conclusão da utilidade do agregado de concreto reciclado para a fabricação do mesmo, visto que em proporções adequadas sua resistência à compressão é próxima ao convencional e com pesquisas mais aprofundadas pode ser considerado um novo material no mercado demonstrando assim, sua importância na construção civil. Neste momento que tanto se discute a preservação do ambiente e seus recursos naturais, a reciclagem de resíduos de construção e demolição constitui-se numa importante alternativa para a diminuição dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Resíduos de Construção e Demolição. Reciclagem. Reaproveitamento. Agregado Reciclado de Concreto.

THE IMPORTANCE OF CONCRETE AS HOUSEHOLD WASTE REAPORVEITAMENTO RECYCLED IN CONCRETE CONSTRUCTION

Abstract

Present, through literature review, the importance of reuse of concrete waste as recycled aggregate for manufacturing the same. It is known that the construction industry is responsible for a large portion of the use of available natural resources must therefore be sought solutions to this problem, and the reuse of waste generated and wasted, can be an effective way of contribution to the environment, whereas the cost of the recycled aggregates are lower than natural aggregate. It is also fundamental knowledge of the properties of aggregates used because it is directly linked to the quality and preparation of a good level of concrete. They were analyzed some aggregates properties and concrete manufactured with recycled aggregates such as, for example, density, relative water and cement, water absorption, workability and compressive strength compared with the conventional through bibliographic review of trials in dissertation papers, thesis and articles. Thus, you may - reach the conclusion of the concrete aggregate useful for manufacturing the same, as that in suitable proportions its compression resistance is close to the conventional and more go more in depth surveys may be considered a new material on the market, thus demonstrating its importance in construction.

Keywords: Construction Waste and Demolition. Recycling. Reuse. Recycled Aggregate Concrete.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente é um tema muito discutido na atualidade e, uma das razões é o aumento do consumo desenfreado dos recursos naturais; provocando, portanto mudanças significativas de postura da sociedade em relação às construções sustentáveis. Para controlar o uso destes recursos e alcançar a política de sustentabilidade, a reciclagem torna-se um meio que possibilita o reaproveitamento dos resíduos de concreto como agregado reciclado para a fabricação do mesmo.

A construção civil é uma das grandes geradoras dos resíduos de concreto no Brasil acarretando alguns problemas, tais como o seu despejo inadequado ou pela grande quantidade produzida, que afetam diretamente o ambiente e a população, sendo necessário transformar entulhos em matéria prima para a construção de habitações mais baratas pois dependendo do reaproveitamento dos resíduos, produzirão com sofisticação tecnológica agregados reciclados com custos inferiores aos disponíveis no mercado.

Segundo Mattos (2013), a construção civil é responsável por produzir mais de 50% de todo resíduo sólido urbano gerado tornando, assim, o principal responsável pelo acúmulo desta, em cidades de médio e grande porte, causando o grave problema que envolve questões de ordem ambiental, social e financeira, visto que, grande parte desse material é disposta irregularmente e, mesmo quando o descarte é feito de forma adequada em aterros sanitários ou áreas permitidas sem o necessário reaproveitamento, contribui de forma determinante para o esgotamento dos mesmos.

Várias são as fontes de geração de resíduos na construção civil, um exemplo é a falta de qualidade de bens e serviços, podendo dar origem à perda de materiais que, produzidos na forma de entulhos, contribuem no volume de resíduos gerados. O nível cultural e sócio econômico dos centros urbanos é outro fator importante, de acordo com Leite (2001), na maioria das cidades houve uma urbanização descontrolada com um rápido crescimento da população em áreas restritas, havendo assim, uma grande demanda por matéria prima e por ingerência do processo produtivo podendo ocasionar o aumento da geração dos resíduos prejudicando o meio ambiente e a população.

Uma forma de alcançar a política de sustentabilidade tão discutida atualmente é com a reciclagem, que tem se mostrado uma boa alternativa na redução do impacto causado pelo consumo desordenado de matéria prima e redução das áreas de disposição em virtude dos grandes resíduos sólidos descartados a cada momento no progresso mundial. O mercado da

construção civil se apresenta como uma das melhores alternativas para consumir materiais reciclados, pois a atividade de construção é realizada em qualquer região.

Os resíduos sólidos na construção civil não são gerados somente por novas obras e empreendimentos, também existem as demolições de estruturas que em alguns casos geram uma grande quantidade de material, além dos resíduos de concreto das fábricas de pré-moldados e demolições de pavimentos rodoviários de concreto e as usinas de concreto pré-moldado.

Dentre os vários tipos de resíduos da construção civil, os de concreto possuem os maiores potenciais de reutilização, porque é possível chegar a valores de resistência característica do concreto à compressão (FCK) próxima aos dos concretos convencionais e possuir menor grau de contaminação por outros materiais como o vidro e borracha quando comparado com outros.

Uma das possibilidades de utilização dos resíduos de concreto é como agregado reciclado para a produção do mesmo, pois estes possuem algumas diferenças entre suas propriedades em comparação com os agregados naturais.

Diante do exposto acima, o objetivo deste trabalho é mostrar a importância do reaproveitamento dos resíduos de concreto como agregado reciclado na fabricação do mesmo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Geração de resíduos no Brasil

“Resíduo é todo material ou substância restante de qualquer atividade humana, que não se prestem para o uso, consumo ou reincorporação no circuito produtivo em seu estado original”(IBRACON, 2000, p.15).

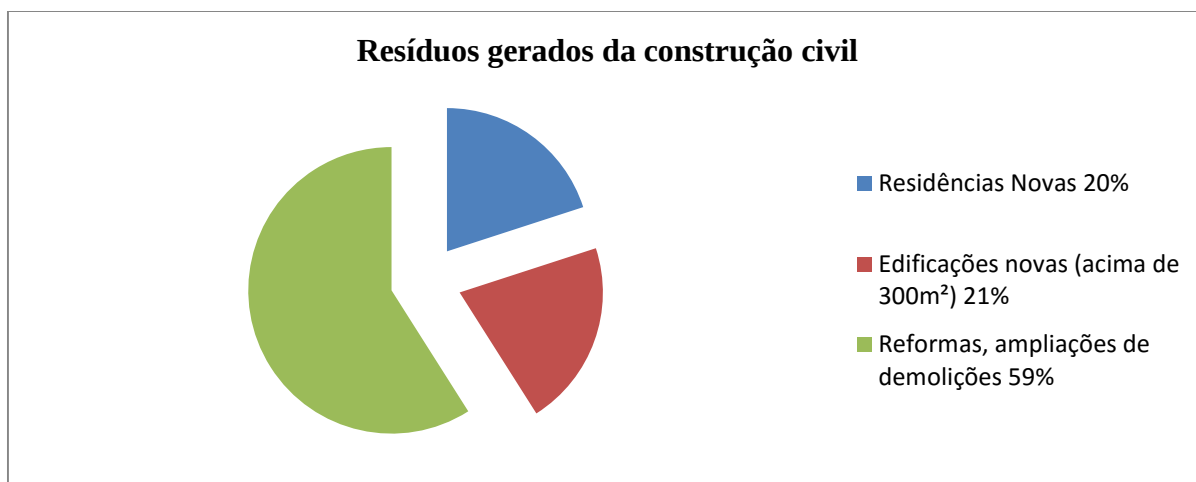
No entanto, há uma Resolução específica para os resíduos da construção civil, a Resolução 307, de cinco de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a gestão destes resíduos. Esta resolução define:

Que 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, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica e etc. comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002, p.01).

A construção civil é uma das indústrias que mais utiliza recursos naturais e a maior geradora dos resíduos sólidos, sendo que a tecnologia construtiva adotada no Brasil favorece o desperdício de materiais. Devido a isso, estes, acarretam alguns problemas, tais como o seu despejo inadequado ou pela grande quantidade produzida, que afetam diretamente o ambiente e a população.

Os resíduos da construção civil são gerados durante a construção, demolição, manutenção civil de edifícios, estradas, pontes, viadutos, barragens entre outros sendo compostos por concreto, argamassas, madeira, gesso, asfalto, metais, vidros, plásticos, tijolos, solos e vegetação.

FIGURA 1: Resíduos gerados da construção civil



Fonte: SINDUSCON-SP (2005 *apud* BATISTA, 2009, p. 21).

O nível de desenvolvimento de uma cidade, que produz os resíduos provenientes de construção civil e demolição de obras, é um fator que tem influência direta na análise do quantitativo de geração de resíduos e reflete tanto os hábitos de consumo como o grau de atividades econômicas em que se encontra sua população. Com isso, à medida que ocorre o acréscimo no poder aquisitivo da população maior será a aquisição de bens imóveis, por exemplo, e, por consequência haverá um aumento na execução de moradia e na geração de resíduos de construção civil. Portanto o maior volume de resíduos gerados concentra-se nas regiões metropolitanas, que aglomeram um maior número de habitantes, correspondente a 36% da população brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010).

Segundo Moraes (2006), umas das formas de reduzir os entulhos gerados por novas construções são com o desenvolvimento de técnicas construtivas mais sustentáveis. Em países desenvolvidos a produção de resíduos é menor em novas construções, porém ainda existe o entulho gerado por demolições, reformas ou reconstruções, que também é motivo de preocupação e podem ser combatidos apenas pelos métodos de reciclagem.

Em 2012 a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), publicou uma pesquisa intitulada- Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil- onde relaciona todas as coletas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) das cinco regiões geográficas do Brasil e em especial a coleta de resíduos de construção e de demolição (VIDAL, 2014).

TABELA 1: Resíduos gerados nas cinco regiões do Brasil

REGIÃO	ANO 2011		ANO 2012	
	RCD Coletado (ton/dia)	Índice (kg/hab./dia)	RCD coletado (ton/dia)	Índice (kg/hab./dia)
NORTE	3.903	0,330	4.095	0,341
NORDESTE	19.643	0,502	20.932	0,530
CENTRO OESTE	12.231	0,966	12.829	1,000
SUDESTE	55.817	0,742	59.100	0,780
SUL	14.955	0,638	15.292	0,648
BRASIL	106.549	0,656	112.248	0,686

Fonte: ABRELPE (2012 *apud* VIDAL, 2014, p. 10)

Baseado na pesquisa da ABRELPE (2012) pode-se concluir que os RCDs continuam sendo uma grande preocupação para a questão da sustentabilidade, pois ainda apresentam um crescimento expressivo no país. Vidal calculou que:

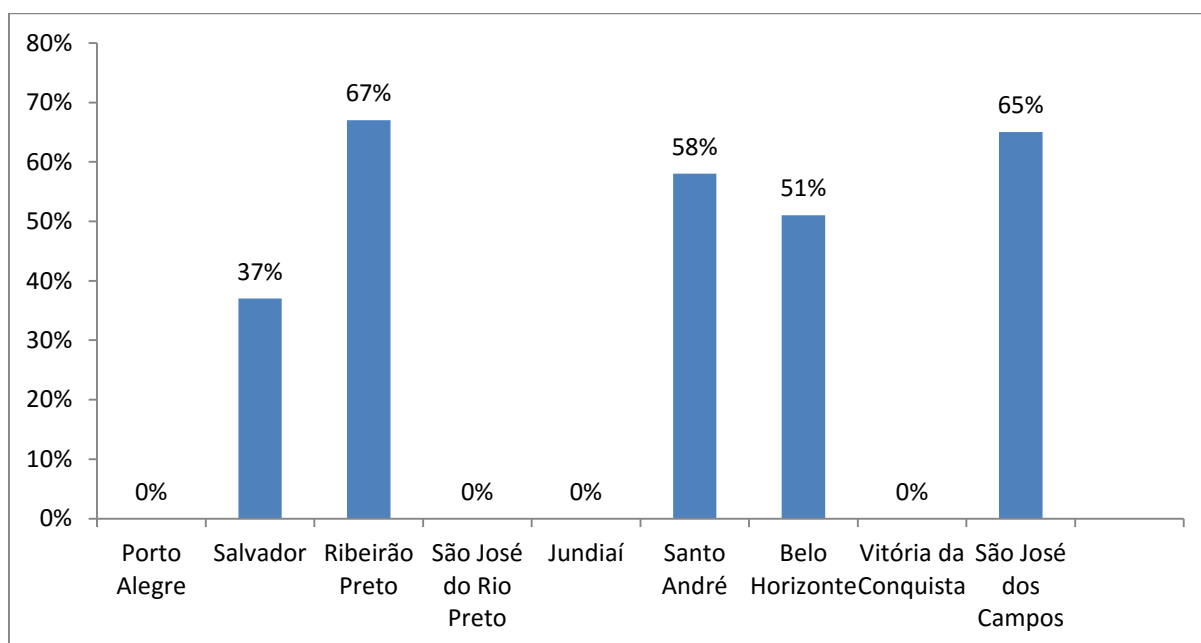
De 2011 para 2012 o volume de RCD coletado pelos municípios aumentou 5,3%, que é mais do que o triplo do crescimento registrado na geração de RSU. Esse aumento dos RCDs, como dito anteriormente, é motivo de preocupação, uma vez que as quantidades reais são ainda maiores, visto que a pesquisa proporciona a contabilidade de apenas os resíduos sob a coordenação das municipalidades. (VIDAL, 2014, p. 10).

TABELA 2: Geração de resíduos de construção em algumas cidades brasileiras

	População (milhões de Habitantes)	Geração de entulho (ton/dia)	% de entulho em relação ao resíduo sólido urbano
São Paulo	15	5000	
Porto Alegre	1,20	350	
Salvador	2,20	1700	37
Ribeirão Preto	0,46	1043	67
São José do Rio Preto	0,32	687	
Jundiaí	0,29	712	
Santo André	0,63	1013	58
Belo Horizonte	2,01	1200	51
Vitória da Conquista	0,24	310	
São José dos Campos	0,50	733	65

Fonte: LEITE (2001 *apud* GONÇALVES, 2011, p. 22).

FIGURA 2: Relação de porcentagem de geração de resíduos em algumas cidades brasileiras.



Fonte: LEITE (2001 *apud* GONÇALVES, 2011, p. 22. Adaptado pela autora).

Diante da quantificação dos RCDs gerados pode-se concluir sobre a grande importância sobre a reciclagem, tornando-se assim uma forma de aproximar o setor da construção civil da sustentabilidade, diminuindo as consequências do uso das fontes naturais e também, diminuindo os impactos negativos dos resíduos descartados nas cidades e da geração de matéria prima que pode ser substituída pelo natural, não renovável (ANGULO 2003 *apud* GONÇALVES, 2011, p. 22).

As causas da geração destes resíduos são diversas, mas podem-se destacar (LEITE, 2001):

- A falta de qualidade dos bens e serviços, podendo isto dar origem às perdas de materiais, que saem das obras na forma de entulho.
- A urbanização desordenada que faz com que as construções passem por adaptações e modificações gerando mais resíduos.
- O aumento do poder aquisitivo da população e as facilidades econômicas que impulsionam o desenvolvimento de novas construções e reformas.
- Estruturas de concretas mal concebidas que ocasionam a redução de sua vida útil e necessitam de manutenção corretiva, gerando grandes volumes de resíduos.
- Desastres naturais, como avalanches, terremotos e tsunamis.
- Desastres provocados pelo homem, como guerras e bombardeios.

2.2 Tipos de resíduos de construção civil e demolição

Segundo Carneiro (2001 *apud* MORAIS, 2006, p. 32), a composição do RCD é função da fonte que o originou, ou seja, através de novas construções, reformas, manutenção e demolições. A composição do resíduo pode ainda ser caracterizada de acordo com o período, à técnica de amostragem utilizada e ao local de coleta da amostra como o canteiro de obra, aterro e bota fora. Sendo assim, o tipo de obra pode determinar a composição do RCD gerado.

Os resíduos devem ser classificados, do ponto de vista do risco ambiental, para que possam sofrer o correto destino e manuseio. No Brasil existe uma norma que trata da classificação dos resíduos, a NBR 10004 (2004), é feita uma relação entre a composição do resíduo e listagens de resíduos e substâncias em que são conhecidos os impactos à saúde e ao meio ambiente:

- Resíduo classe I: perigosos;
- Resíduo classe II: não perigosos (Classe II A : não inertes; Classe II B: inertes).

De acordo com essa norma os resíduos gerados pela construção civil, são considerados classe II-B (resíduos inertes), isso se deve ao fato de sua composição e características serem conhecidas e possuir componentes minerais não poluentes e ser praticamente inertes quimicamente (LEITE, 2001).

Uma classificação mais adequada é dada pela Resolução 307 do CONAMA (2004), a qual classifica os resíduos da construção civil em quatro classes. A resolução 348, de 16 de Agosto de 2004, e a Resolução 431, de 24 de maio de 2011, modificaram a classificação da

Resolução 307, inserindo o amianto como material perigoso (classe D) e mudando a classificação do gesso, de Classe C para a Classe B, respectivamente.

Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Conforme Lovato (2007), o RCD pode ser constituído por diferentes materiais tais como: solos, rochas naturais, concreto, argamassas, cerâmica vermelha, cimento, gesso, vidro, aço, chapas de aço galvanizado, madeira, plásticos, materiais betuminosos, tintas, papéis de embalagens e restos de vegetais. A composição do RCD está relacionada com as tecnologias e materiais que estão sendo empregados no momento em uma determinada região.

Os diversos tipos de obras e atividades ligadas ao setor da construção civil tais como reformas, manutenção e demolição, têm influência direta na composição dos RCD como mostra a figura a seguir.

TABELA 3: Componente do RCD em relação ao tipo de obra.

	Trabalhos rodoviários (%)	Escavações (%)	Sobras de demolição (%)	Obras diversas (%)	Sobras de limpeza (%)
Concreto	48,0	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolos		0,3	6,3	12	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira e lama.	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,5		1,6		0,1
Metais		0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira de Construção	0,1	1,1	7,2	18,3	10,5
Papel e mat. orgânico.		1,0	1,6	2,7	3,5
Outros			0,9	0,9	2,0

Fonte: MORAIS (2006 *apud* GONÇALVES, 2011, p.22).

A composição dos RCD, ou entulho, dentre outros aspectos varia em função de características regionais, como tipo de construções existentes, matéria-prima disponível, práticas construtivas e forma de manuseio do resíduo. Em sua maioria, esses resíduos são compostos por restos de argamassa, tijolo, alvenaria, concreto, cerâmica, gesso, madeira e metais.

Morais (2006) diz que o que constitui os restos de construção civil e demolição são materiais heterogêneos que dependem de cada construção e do grau de desenvolvimento da indústria que o produziu em uma determinada região. Geralmente, é composto por uma mistura de brita, areia, concreto, argamassa, tijolos cerâmicos e blocos de concreto, restos de madeira, caixas de papelão, ferro e plástico.

"Os RCDs são partes integrantes dos RSUs, e são gerados em grandes porcentagens, interferindo na qualidade de vida da população ocasionando prejuízos de diversas ordens à administração pública e ao meio ambiente" (TAVARES, 2007, p. 19).

Por fim, conforme o que foi exposto acima, os resíduos de construção possuem uma composição que depende muito da fonte que o originou. Além disso, uma construção é composta por vários componentes, o que pode ser observado quando ocorre a sua demolição, evidenciado pela composição do resíduo gerado.

2.3 Reciclagem dos Resíduos de construção civil e demolição

Segundo Leite (2001, p. 22), o conceito de sustentabilidade foi introduzido na década de 1980, e foi definido como a que é "capaz de satisfazer as próprias necessidades sem reduzir as oportunidades das gerações futuras".

Aragão (2007) explica que a vida do ser humano está diretamente ligada aos recursos que o planeta oferece como o ar, água, terra, minerais, planta e animais e o tamanho do impacto humano sobre a terra depende do número de pessoas existentes e da quantidade de recursos utilizados, sendo que o uso máximo de recursos que o planeta ou uma determinada região pode sustentar define sua capacidade de provisão, podendo ser aumentada pela agricultura ou tecnologia, ainda complementa que a capacidade de provisão é limitada pela capacidade da natureza de se recompor ou absorver resíduos de modo seguro, além disso, nossas civilizações estão hoje ameaçadas, pois utilizamos mal os recursos e desfazemos os sistemas naturais, ou seja, estamos pressionando a terra até os limites de sua capacidade.

É preocupante o modo com que os recursos naturais e culturais brasileiros vêm sendo tratados, especialmente frente à busca desenfreada pelo lucro, muitas vezes ocasionadas por estrangeiros, ignorando totalmente as consequências de uma possível extinção dos recursos naturais e parecendo esquecer que esses recursos ou não são renováveis ou demandam longo tempo para se refazerem. Além disso, a política tradicional de apenas tratar o lixo com base em um modelo linear de desenvolvimento, que postula que a natureza é fonte inesgotável de recursos materiais e energéticos e possui capacidade infinita de deposição, está sendo substituída, aos poucos, por um modelo com base em ciclos de vida e integração da gestão de resíduos (GONÇALVES, 2011).

No Brasil, pode-se dizer que a reciclagem de resíduos de construção e demolição provém dos anos 60, 70 e 80 quando, no Rio de Janeiro, várias empresas atuavam demolindo residências e prédios do chamado Rio antigo, e conseguiram com isso criar mão de obra capaz

de aproveitar os materiais provenientes da demolição, como telhas, madeiramento do telhado, portas, janelas, assoalhos, acabamentos, cerâmicos antigos e tijolos, que eram então vendidos e geravam a principal fonte de renda das empresas, que cobravam valor pequeno pelo serviço de demolição e, como grande parte do material demolido nesse período no Rio de Janeiro foi reutilizado em novas construções, subentendesse que esses profissionais iniciaram a escola da reciclagem no país (PATTO, 2006).

Existem no país, 124 municípios que adotam a triagem simples dos RCDs reaproveitáveis (classes A e B); 14 realizam a triagem e trituração simples dos resíduos de classe A; 20 realizam a triagem e trituração dos resíduos de classe A, com classificação granulométrica dos agregados reciclados; 79 fazem o reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos e 204 adotam outras formas (BRASILEIRO, 2013).

Além disso, a possibilidade de exploração dos agregados na natureza vem diminuindo gradativamente principalmente em virtude de um planejamento urbano e territorial inadequado, usos competitivos do solo, problemas de sustentabilidade ambiental, portanto gerando incertezas quanto à garantia de abastecimento futuro (BATISTA, 2009).

Para utilizar resíduos como matéria-prima em substituição aos materiais tradicionais, é necessário que esse insumo alternativo apresente padrões de desempenho compatíveis com a sua utilização. Nos casos em que o material reciclado e o natural têm o mesmo custo, o diferencial será a qualidade ou a confiabilidade do produto e a utilização de instrumentos de marketing, como selos verdes, de forma a garantir que o produto é ambientalmente correto (GONÇALVES, 2001). A reciclagem de RCD para argamassas e concretos já foi pesquisada e tem se mostrado viável em estudos brasileiros do ponto de vista tecnológico e econômico.

A utilização de agregados reciclados permite produzir componentes de construção que, dependendo da sofisticação tecnológica, terão custos significativamente inferiores ao preço de componentes disponíveis no mercado.

A reciclagem, além de proporcionar melhorias significativas do ponto de vista ambiental, introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso, transformando o que antes era entulho em matéria prima.

Na busca pela preservação ambiental, a reciclagem de resíduos tem se mostrado como uma alternativa eficaz na redução dos impactos causados pelo consumo desordenado de matéria prima e pela disposição inadequada de resíduos. O uso desses resíduos como fonte alternativa de matéria prima, dentro próprio setor que os produziu, minimiza o impacto ambiental que este provoca e contribui para redução do uso de matéria prima natural.

Para Patto (2006), a principal contribuição é mostrar que a reciclagem dos resíduos de construção e demolição pode auxiliar na produção de materiais de 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 matérias que são descartados como lixo e que podem ser transformados em matéria prima.

2.3.1 Utilização dos resíduos de construção civil e demolição

Corcuera Cavalcanti (2003, *apud* SILVEIRA, 2005, p. 30) apresenta em seu trabalho a seguinte consideração:

São várias as possibilidades de utilização dos resíduos de construção e demolição reciclados na construção civil, obviamente há de serem consideradas as vantagens e certas limitações para cada tipo de utilização. De um modo geral, os resíduos reciclados não devem ser utilizados onde haja exigências estruturais.

Utilização em pavimentação: A forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação como base, sub-base ou revestimento primário na forma de brita corrida ou ainda em misturas do agregado reciclado com solo.

Vantagens:

- É a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo;
- Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulométricas graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos em relação à mesma adição feita com brita. Enquanto a adição de 20% de entulho reciclado ao solo

saprolítico gera um aumento de 100% do CBR, nas adições de brita natural o aumento do CBR só é perceptível com dosagens a partir de 40%.

Utilização como agregado para a confecção de argamassa: Após ser processado por equipamentos denominados "argamasseiras", que moem o entulho, na própria obra, em granulométricas semelhantes as da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

Vantagens:

- Utilizado do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
- Efeito pozolânico apresentado pelo entulho moído;
- Redução no consumo do cimento e da cal;
- Ganho na resistência a compressão das argamassas.

Utilização como agregado para o concreto: O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita).

Vantagens:

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulométricas graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

Outros exemplos de utilização de resíduos de construção civil e demolição:

- Cascalhamento de estradas;
- Preenchimento de vazios em construções;
- Reforço de aterros (taludes);
- Preenchimento de valas de instalações.

Carrijo (2005) conclui que os resíduos de construção civil podem encontrar um grande número de finalidades para a reutilização, desde que devidamente tratados e analisados. É possível reciclar quase todo o RCD, desde que seja escolhido o uso adequado e se respeitem as limitações técnicas do material.

A NBR 15116 (2004, p. 2), que dispõe sobre os requisitos para utilização de agregados reciclados de RCD em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, define agregado reciclado como “material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis, que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura”.

Estes agregados reciclados são provenientes do beneficiamento de resíduos pertencentes à classe A e podem ser divididos em dois tipos, de acordo com a porcentagem de fragmentos de concreto na sua fração gráuda NBR 15116 (2004):

- Agregado reciclado de concreto (ARC): mínimo de 90%, em massa, de fragmentos de concreto.
- Agregado reciclado misto (ARM): menos de 90%, em massa, de fragmentos de concreto.

Como observado na figura a seguir, uma das possibilidades de uso do RCD são os resíduos de concreto provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto que podem ser empregadas na fabricação de concreto não estrutural e obras de drenagem.

A revista Thecne publicou um artigo relacionando a granulometria ao uso do RCD reciclado, como demonstrado a seguir:

QUADRO 1: Aplicações de RCD reciclados

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	USO RECOMENDADO
Areia Britada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8mm isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassa de assentamento, alvenaria de vedação, contra piso, solo cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco Reciclado	Material com dimensão máxima característica inferior a 6,3 mm isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, mobiliário, entre outros.
Brita Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concreto não estrutural e obras de drenagem.
Brita Corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil (blocos de concreto, restos de cerâmica, etc.	Obras de base e sub- base de pavimentação, reforços e subleitos de pavimentos, regularização de vias não pavimentadas, aterros e nivelamentos topográficos de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagem e terraplanagem.

Fonte: REVISTA TECNE (2006 *apud* LIMA e SILVA, 2014, p. 20).

2.4 A importância do uso do agregado reciclado

Segundo Viera e Molin (2004) algumas pesquisas realizadas indicam um bom potencial para utilizar agregados reciclados em concretos das mais variadas classes de resistências, porém o emprego de agregados reciclados ainda é relativamente pequeno. Ainda de acordo com este mesmo autor, o emprego de agregados na produção de componentes como blocos de pavimentação, blocos de alvenaria, concretos, entre outros, vem sendo intensificado no Brasil somente nos últimos cinco ou seis anos.

Todos os materiais dos quais compõe o concreto influenciam de forma direta na sua resistência e no seu desempenho final. Assim, os agregados também são considerados de grande importância para análise das propriedades do concreto, qualquer alteração dos materiais componentes do concreto merece um estudo e isso também se aplica ao agregado reciclado, principalmente quando eles correspondem até 80% de toda mistura (ARAGÃO, 2007).

Aragão ainda diz em sua pesquisa sobre agregados reciclados, que este é tido como material inerte, ou seja, classe II B como dito anteriormente neste trabalho, e também disperso por entre a pasta de cimento, usado somente por razões econômicas. No entanto, economia não é a única razão de se usar o agregado, pois este material atribui vantagens técnicas consideráveis ao concreto, que passa ter maior estabilidade dimensional e melhor durabilidade do que a pasta de cimento pura. Na realidade, o agregado não é totalmente inerte e suas propriedades físicas, térmicas e, às vezes, também químicas, têm influência no desempenho e na durabilidade do concreto.

Ainda segundo o mesmo autor, além de se considerar as propriedades importantes do concreto endurecido, o agregado para a fabricação do concreto tem grande importância na determinação do custo e da trabalhabilidade das misturas de concreto.

Brasileiro (2013, p. 51) na sua pesquisa sobre a utilização de agregados reciclados provenientes de RCD em substituição ao agregado natural diz que:

Os agregados reciclados, além de apresentarem custo de produção inferior ao dos agregados naturais, ainda promovem um “ganho ambiental”, uma vez que se deixa de extrair matéria-prima natural e dá-se um destino final a este tipo de resíduo que tem uma elevada participação no RSU.

Porém, o autor ainda ressalta que há um grande obstáculo para sua reutilização, a cultura da população em relação ao uso do agregado reciclado, visto que há uma desconfiança dos construtores e clientes quanto ao bom desempenho dos produtos gerados pelo mesmo, e

também normativo, uma vez que não há normas que assegurem a sua aceitação no mercado, devido à sua grande heterogeneidade.

De acordo com Bertolini (2010) o emprego dos agregados reciclados obtidos através de novas construções e demolições tornou-se de suma importância em alguns países, como a Holanda, que têm uma legislação específica referente o uso de agregados reciclados. O autor diz, também, que o processo de produção do agregado reciclado a partir de RCD não é muito diferente daquele com que se obtêm agregados naturais, que é a partir da fragmentação de blocos de pedra, provenientes da atividade de extração. Entre outros, permite uma economia tanto em termos energéticos, como por exemplo, menos operações de extração como também uma economia de materiais não renováveis.

Segundo Molin e Vieira (2004), em relação à parte financeira, a reciclagem pode trazer muitas vantagens para as empresas construtoras, em função dos ganhos ambientais. Porém, falta ser comprovado de que fazer o uso do agregado reciclado na construção civil pode trazer economia para o construtor e a certeza de um produto de grande qualidade.

Este mesmo autor fez um comparativo dos custos com agregado naturais e reciclados necessários para utilização em concretos, segue abaixo:

TABELA 4: Comparativo dos custos entre agregados naturais e reciclados

Tipo de Agregado	Preço médio para agregado (R\$/m ³)		Economia no custo do produto (%)
	Natural	Reciclado	
Areia	16	8,47	47,06
Brita	31	7,84	74,71

Fonte: MOLIN e VIEIRA (2004, p. 60).

Os dados dos custos para os agregados naturais foram a média de vendas para a cidade de Porto Alegre no de 2004 e para os agregados reciclados foi citado por Pinto (2001 *apud* Molin e Vieira, 2004, p. 60). Molin e Vieira consideraram os valores corrigidos pelos índices de inflação no período entre 2001 e 2003.

Pode-se observar um diferencial entre os valores anunciados para os agregados naturais e o custo com agregados reciclado, dando indicações de que existe viabilidade econômica para a consideração da reciclagem de RCD.

A economia obtida no custo dos agregados pode ser refletir em ganhos para empresas ou instituições que trabalham com habitações de interesse social, pois os menores custos com os agregados reciclados possibilitarão uma redução no valor do produto final, seja esse

produto final uma habitação popular, artefatos de concreto ou até a mesmo a produção de agregados reciclados para venda direta ao consumidor.

Outro aspecto importante sobre o uso do agregado reciclado é exposto por Carrijo (2005) que chama a atenção para a utilização dos resíduos dentro dos próprios canteiros de obra como assentamento de blocos cerâmicos, batentes e esquadrias; enchimento de degraus de escada e de rasgos de paredes para tubulações hidráulicas e elétricas; chumbamento de caixas elétricas e tubulações; contra pisos internos de unidades habitacionais e casas de máquinas ou áreas comuns de tráfego leve reduzindo o consumo de energia e evitando o transporte do material excedente.

A utilização de resíduos de concreto para a produção de um novo material para a construção civil pode trazer benefícios para o ambiente e consequentemente para a população, pois diminuirá os impactos ambientais e o consumo de matérias-primas naturais.

2.5 Resíduos de concreto como agregado reciclado

Dentre os vários tipos de resíduos da construção civil, os resíduos de concreto possuem os maiores potenciais de reutilização, pois é possível chegar a valores de resistência característica do concreto a compressão (FCK) próxima aos dos concretos convencionais e também por possuir menor grau de contaminação por outros materiais como o vidro e borracha quando comparado com outros resíduos.

Levy define agregado de resíduo de concreto como:

Agregados obtidos da britagem de fragmentos de materiais minerais, provenientes da demolição de estruturas de concreto, assim como concreto fresco, endurecidos e rejeitados, conforme o caso estes materiais poderão estar contaminados por agentes agressivos como cloreto e ou sulfatos dependendo única e exclusivamente da origem destes fragmentos (LEVY, 2001, p. 51).

FIGURA 3: Areia reciclada produzida em Campinas - SP



Fonte: LEVY (2001, p. 42)

FIGURA 4: Brita reciclada produzida em Campinas - SP



Fonte: LEVY (2001, p. 42)

Segunda a NBR 15116 (2004) o agregado reciclado pode ser utilizado em concreto sem função estrutural, desde que seja proveniente do material de classe A, substituindo em parcial ou totalmente os agregados convencionais.

Os resíduos de classe A, a ser beneficiado para obtenção de agregados tipos ARC e ou tipo ARM deve obedecer aos requisitos a seguir:

TABELA 5: Requisitos para agregado reciclado destinado ao preparo de concreto sem função estrutural.

Propriedades		Agregado reciclado classe A			
		ARC		ARM	
		Graúdo	Miúdo	Graúdo	Miúdo
Teor de fragmentos a base de cimentos e rochas (%)		≥ 90	-	< 90	-
Absorção de água (%)		$\leq 7,0$	≤ 12	≤ 12	≤ 17
Contaminantes (teores máximos em relação à massa do agregado reciclado) (%).	Cloreto	1,0			
	Sulfatos	1,0			
	Materiais não minerais (*)	2,0			
	Torrões de argila	2,0			
	Teor total máximo de contaminantes	3,0			
Teor de material passante na malha 75 μm (%)		≤ 10	≤ 15	≤ 10	≤ 20

(*) Para efeitos desta norma, são exemplos de minerais: madeira, plástico, betume, materiais carbonizados, vidros e vidrados cerâmicos.

Fonte: NBR 15116 (2004, p. 5)

De acordo com Batista (2009) os concretos fabricados com agregados reciclados de concreto possuem vários tipos de uso, mas os principais são:

- Contra pisos, calçadas externas e similares;
- Regularização de pisos sem função Impermeabilizantes;
- Reforço não armados em edificações
- Fabricação de componentes de alvenaria de vedação (tijolos maciços, blocos, canaletas e outros);
- Tubos e canaletas para drenagem;
- Lajotas de concreto para laje mista;

Ainda segundo Batista (2009), apesar de existirem muitas utilizações de concreto fabricado com agregado reciclado, algumas são restritas como:

- Concreto com função estrutural: vigas, lajes e pilares;
- Concreto em peças estruturais em fundações de edificações com blocos, sapatas, brocas e estacas;
- Concreto para fabricação de peças pré-moldadas com função estrutural: componentes para alvenaria estrutural, vigotas para lajes, etc.
- Concreto com função impermeabilizante;
- Concreto armado em serviço com presença de umidade.

2.6 Concreto com agregados reciclados x concreto com agregados naturais

É fundamental o conhecimento das propriedades dos agregados utilizados, pois está diretamente ligado à qualidade e elaboração de um concreto de bom nível. Sabendo cada característica dos agregados pode-se estudar e utilizar tecnologias que venham melhorar e intensificar o desempenho e durabilidade do concreto.

As propriedades dos agregados reciclados de RCD são divergentes de agregados naturais, logo quando utilizados como novo material para produção de concretos é de extrema importância um estudo detalhado de suas propriedades, pois suas características exercem grande influência nas propriedades dos concretos.

Dentre os trabalhos estudados para essa revisão bibliográfica, foram analisadas algumas propriedades importantes na fabricação do concreto como massa específica, absorção de água, relação água e cimento (A/C), resistência à compressão e trabalhabilidade, que irão ser citadas a seguir em comparação entre agregado reciclado e agregado natural na fabricação do concreto.

2.6.1 Massa específica

Segundo Gonçalves (2001), a massa específica do agregado gráudo é que mais tem influência, em relação à massa específica do concreto, como a fase do concreto endurecido é a mais densa, uma variação do seu valor influencia muito esta propriedade do concreto.

No estudo realizado por este autor, a massa específica do agregado gráúdo reciclado ficou 10% menor do que o material natural e a massa específica do agregado miúdo reciclado passam para 7% menor do que o agregado miúdo natural.

Leite (2001) em seu estudo de agregados miúdos e gráudos de agregados reciclados concluiu que os agregados reciclados apresentam massa específica menor que o agregado natural, apresentando uma redução de 4% para a fração miúda e 19% para a fração gráuda.

A massa específica do concreto no estado fresco depende da massa específica do agregado e de sua porosidade, bem como de sua textura, forma e tamanho das partículas (FUCALE e RODRIGUES, 2014). Essa propriedade, para concretos com agregados reciclados, é, no geral, menor que a de concretos convencionais, devido, principalmente, à porosidade, ao formato das partículas sólidas e à natureza do material utilizado, que podem promover o aumento da relação A/C e conseqüentemente a diminuição da massa específica do concreto reciclado.

TABELA 6: Valores de massa específica dos agregados gráudos e miúdos reciclados

AGREGADO	TIPO DE MATERIAL	MASSA ESPECÍFICA (kg/dm ³)
Graúdo	Natural	3,09
	Reciclado	2,51
Miúdo	Natural	2,63
	Reciclado	2,52

Fonte: LEITE (2001, p. 135)

Para a produção do concreto, este parâmetro possui grande importância, principalmente no momento da dosagem de concreto quando calculados em massa, pois como possui massa específica menor apresentará maior volume para um mesmo traço em massa.

2.6.2 O que é relação A/C?

O fator água e cimento tem uma grande importância na fabricação do concreto, é dita como a relação entre o peso da água e o peso do cimento dentro de uma mistura.

A água deve ser empregada na quantidade estritamente necessária para envolver os grãos, permitindo a hidratação e posterior cristalização do cimento. O fator A/C deve ser sempre o mais baixo possível, dentro das características exigidas para o concreto e da qualidade dos materiais disponíveis para a sua composição.

Quando temos muita água na mistura, o excesso migra para a superfície pelo processo de exudação. Esta porosidade prejudica a resistência do concreto aumentando sua permeabilidade e diminui a durabilidade da peça concretada.

Estudos apontam que é viável a utilização de agregado reciclado de RCD para a produção de concretos. “Contudo, a relação A/C deve ser levada em consideração, já que é um dos principais fatores que afetam a resistência à compressão dos agregados reciclados”. (CABRAL, 2010 *apud* FUCALE e RODRIGUES, 2014, p. 100).

Ainda segundo Fucale e Rodrigues (2014) em seu trabalho de substituição do agregado natural pelo reciclado diz que a relação A/C apresenta uma tendência de crescimento com o aumento de agregado reciclado durante a confecção dos concretos.

2.6.3 Absorção de água

“Diferentemente dos agregados naturais, a alta absorção dos agregados reciclados exerce grande influência na produção de concretos”. (GUTIERREZ, 2004 *apud* CARRIJO, 2005. p. 74). Devido a essa afirmação, deve se compensar a água que é absorvida pelos agregados reciclados na fabricação de concretos, através da adição de água evitando que haja uma diminuição da relação A/C efetiva da mistura e a diminuição de sua consistência (CARRIJO, 2005).

Segundo o mesmo autor o agregado natural tem absorção de água em relação ao agregado reciclado igual à zero, ainda segundo este mesmo autor a porcentagem de absorção de água dos agregados reciclados de concreto fica em torno de 6% a 7%.

Gonçalves (2001) em seu estudo de agregado reciclado como um novo material observou que há uma maior absorção de água no agregado reciclado em comparação com o natural, isso pode ser ocasionado pelas características das partículas, partículas menores possuem maior quantidade de argamassas aderida na superfície. Este mesmo autor, afirma que

a maior absorção ocorre nos agregados miúdos, ou seja, agregados reciclados miúdos absorvem mais água do que os agregados reciclados graúdos, justamente por apresentarem uma grande quantidade de partículas de argamassa em sua composição.

2.6.4 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade de um concreto é medida através do *Slump teste*, também é chamado de teste de espalhamento do concreto, de acordo com Botelho e Marchetti (2013, p. 207):

Enche-se com concreto, em várias camadas, um cone metálico e, depois de o mesmo estar cheio, retira-se, sem vibrar, a fôrma e medem-se quantos centímetros o concreto se abate. O valor em centímetros do abatimento é o valor do *Slump*.

A trabalhabilidade do concreto é influenciada por fatores tais como, relação A/C, tipo e consumo de cimento, traço teor de argamassa, tamanho, textura e forma dos grãos agregados.

Foi constatada em pesquisas (CARRIJO, 2005) que há uma perda de trabalhabilidade e aumento da relação A/C em concretos com agregados reciclados, devido à forma irregular, a alta taxa de absorção e texturas ásperas deste material.

Batista (2009) em seu trabalho sobre a influência do agregado reciclado em substituição ao agregado natural na fabricação do concreto afirma que em algumas literaturas diz que os concretos com agregados reciclados apresentam menos consistência do que os concretos convencionais de mesmo traço.

Nos ensaios realizados por este mesmo autor, a substituição do agregado graúdo natural por agregado reciclado de concreto não ocasionou redução no abatimento do concreto. O adensamento do concreto apresentou boa trabalhabilidade, ou seja, não houve diferença no abatimento em relação ao agregado natural.

A dificuldade de atingir-se a trabalhabilidade e o abatimento dos concretos reciclados apresentaram-se proporcional ao aumento dos teores de substituição do agregado reciclado de RCD.

2.6.5 Resistência à compressão

A resistência à compressão é considerada a propriedade do concreto mais importante, segundo Botelho e Marchetti (2013, p. 204) “o calculista de um projeto quando indica um

concreto de qualidade de 20 Mpa, está querendo dizer ao construtor que em toda sua estrutura, o concreto seja tal, que não rompa a tensões inferiores a 20 Mpa”.

Na pesquisa de Molin e Vieira (2004) indicou que o uso do agregado reciclado no concreto, em proporções adequadas não afeta a resistência à compressão. Em alguns casos essas propriedades são até melhoradas, como pôde ser observado nos traços em que houve a substituição do agregado miúdo natural pelo agregado miúdo reciclado. Os resultados mostram que a substituição é viável até um determinado percentual, pois misturas com 100% de substituição de ambos os agregados ou com apenas substituição total do agregado graúdo reciclado podem prejudicar o desempenho do concreto em função da diminuição da resistência aos ataques de agentes agressivos.

Gonçalves (2001) utilizou em seu trabalho, resíduos provenientes de um concreto com mesma resistência das dosagens dos concretos reciclados, ou seja, é um material com boa qualidade. Nos artigos que este autor consultou, diz que quando se utiliza somente a fração graúda do agregado reciclado para resíduos de boa qualidade a resistência do concreto reciclado é aproximadamente igual ao do concreto original, já para outros tipos de substituições existe uma pequena variação. O mesmo autor ainda ressalta que:

Concretos reciclados onde somente foi usada a fração graúda do agregado reciclado, tiveram uma diminuição de 5% no valor da resistência à compressão em relação ao concreto natural. Para uma substituição global, ou seja, a utilização de ambas as frações do agregado reciclado, miúdo e graúdo, esta diminuição ficou bastante acentuada chegando-se a valores entre 20% e 40% do encontrado para o concreto natural. Já para uma substituição parcial, onde existe na fração miúda uma composição de 50% de material natural e 50% de agregado reciclado, este valor ficou entre 10% e 20%. (GONÇALVES, 2001, p. 127).

Conforme Batista (2009) concluiu em seus ensaios, há uma grande influência da resistência à compressão nos traços com agregados reciclados de concreto, os resultados obtidos por ele, mostraram que conforme aumenta a porcentagem de substituição de agregados reciclados de concreto, diminui a resistência à compressão.

Isso se deve à relação A/C, que conforme visto anteriormente, os agregados reciclados apresentam maior absorção de água, portanto deve-se adicionar mais água para que atinja a mesma trabalhabilidade do concreto original e aumentando a relação A/C diminui a resistência à compressão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados como um todo, pode-se concluir que os resíduos de concreto possuem um grande potencial para serem utilizados. Já se sabe que podem ser utilizados sem fins estruturais, porém, através de ensaios e estudos mais aprofundados sobre o tema discutido, suas propriedades serão melhores conhecidas gerando assim um “novo produto” no mercado.

É possível afirmar também que há indícios de economia na produção de concreto devido os custos dos agregados reciclados em comparação com os agregados naturais serem inferiores, como foram vistos neste trabalho.

Neste momento que tanto se discute a preservação do ambiente e seus recursos naturais, a reciclagem de RCD constitui-se numa importante alternativa para a diminuição dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, H.G. **Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição.** 2007. 109f. Dissertação (mestrado) - Centro de tecnologia-Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004.** Resíduos Sólidos-classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15116.** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural- Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BATISTA, C.G. **Influência na resistência à compressão de concretos com agregados reciclados de concreto em substituição ao agregado natural.** 2009. 95f. Monografia (Obtenção de título de Bacharel em Engenharia civil) Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

BERTOLINI, L. **Materiais de construções: patologia, reabilitação, prevenção.** São Paulo: Oficina de textos, 2010.

BRASILEIRO, L.L. **Utilização de agregados reciclados provenientes de RCD em substituição ao agregado natural no concreto asfáltico.** 2013. 118f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

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. 146f. Dissertação (mestrado) Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BOTELHO, M.H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo.** 7. ed.São Paulo: Blucher,2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – **CONAMA 307:** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002.

FUCALE, S.; RODRIGUES, C. R. S. **Dosagens de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo da construção civil.** 2014.13F. Artigo – Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

GONÇALVES, M.S. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de concreto oriundos da pré-fabricação como agregado graúdo para a produção de novos concretos.** 2011. 104f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio Sinos, São Leopoldo, 2011.

GONÇALVES, R.D.C. **Agregado reciclado de resíduo de concreto – Um novo material para dosagens estruturais.** 2001. 141f. Dissertação (mestrado) - Escola de engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregado reciclado de resíduo de construção e demolição.** 2001. 290f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEVY, S.M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria.** 2001. 208f. Tese (doutorado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LOVATO, P.S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto.** 2007. 182f. Dissertação (mestrado) – Escola de engenharia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2007.

MATTOS, B.B.M. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro.** 2013. 83f. . Monografia (Obtenção de título de Bacharel em Engenharia civil) Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MOLIN, D. C. C. D.; VIEIRA, G. L. **Viabilidade técnica da utilização de concreto com agregado reciclado de resíduos de construção de demolição.** 2004. 17f. Artigo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MORAES, G.M. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma gestão sustentável.** 2006. 200f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de engenharia civil- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

PATTO, A.L.D.B. **Minimização de impactos ambientais com a utilização de resíduos de construção e demolição como agregados na fabricação de blocos de concreto.** 2006. 170f. Dissertação (mestrado) Universidade de Taubaté, Taubaté, 2006.

SILVEIRA, P.E.M. **A aplicação do resíduo de construção e demolição reciclado no compósito solo cimento.** 2005. 138f. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

TAVARES, L.P.M. **Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos de construção em Ituiutaba, MG.** 2007. 82f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

VIDAL, A.S. **Caracterização de concreto permeável produzido com agregados reciclados de construção e demolição para utilização em pavimentos permeável em ambiente urbano.** 2014. 132f. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.