



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS – FAPAC
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS PORTO LTDA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ANA BEATRIZ MOREIRA DOS SANTOS

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO**

**PORTO NACIONAL - TO
2018**

ANA BEATRIZ MOREIRA DOS SANTOS

**EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO**

Projeto de Pesquisa submetido ao Curso de Engenharia Civil da FAPAC / ITPAC PORTO NACIONAL, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Construção Civil.

Orientadora: Prof. Me. Taís Gomes.

Coorientador: Prof. Me. Diogo Pedreira.

PORTO NACIONAL – TO

2018

RESUMO

O setor da construção civil está sempre em busca de novas tecnologias. A reutilização e a reciclagem de resíduos são alternativas viáveis para se atingir a sustentabilidade no setor da construção. A utilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) como agregados de concreto torna-se imprescindível para o setor da construção civil, pois permite a redução de custos e de impactos ambientais ligados à produção de concreto. Este trabalho visa investigar, de forma avaliativa, os resíduos gerados em obras de construção e demolição na cidade de Porto Nacional/TO, e sua aplicação como agregados de concreto. A pesquisa objetiva a obtenção de dados que permitam a verificação do comportamento de concretos com RCD, no que se refere à resistência à esforços significativos de compressão, analisando se os mesmos são aptos para a utilização em obras estruturais. O presente estudo irá avaliar resíduos de cerâmica, de concreto/argamassa e resíduos sem nenhuma classificação quanto ao tipo de material. O agregado utilizado terá, em sua fração miúda e graúda, percentuais fixados em 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição. De acordo com os ensaios que serão realizados irá verificar se é possível a substituição de agregados convencionais por agregados reciclados.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição. Agregado reciclado. Reutilização.

Abstract

The construction industry is always in search of new technologies. Waste reuse and recycling are viable alternatives for achieving sustainability in the construction sector. The use of Construction and Demolition Waste (RCD) as concrete aggregates becomes essential for the construction industry, as it allows the reduction of costs and environmental impacts related to the production of concrete. This work aims to investigate, in an evaluative way, the waste generated in construction and demolition works in the city of Porto Nacional / TO, and its application as concrete aggregates. The aim of the research is to obtain data to verify the behavior of concrete with RCD in terms of resistance to significant compression stresses and to analyze if they are suitable for use in structural works. The present study will evaluate ceramic, concrete / mortar residues and wastes with no classification as to the type of material. The aggregate used will have, in its small and small fraction, percentages set at 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of substitution. According to the tests that will be carried out will verify if it is possible to replace conventional aggregates with recycled aggregates.

Key words: Construction and demolition waste. Recycled aggregate. Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disposição final de RSU no Brasil em toneladas por dia.	13
Figura 2 - Resultados do ensaio de resistência à compressão. Erro! Indicador não definido.	
Figura 3 - Comportamento da resistência à compressão em função dos teores de substituição do agregado reciclado de cerâmica vermelha, para relações água/cimento a 0,46, 0,60 e 0,74.	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Peneira granulométrica.	25
Figura 5 - Ensaio de <i>Slump test</i>	29

LISTA DE SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento *Portland*

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CP II - E – Cimento *Portland* Classe dois Composto com Escória

CP V ARI – Cimento *Portland* de Alta Resistência Inicial

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

RCG – Reciclado de Cerâmica Graúdo

RCM – Reciclado de Cerâmica Miúdo

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

PNRS - Política Nacional De Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	11
3.1.1 Sustentabilidade na construção civil	11
3.1.2 Geração de RCD	12
3.1.3 Reciclagem de RCD.....	13
3.1.4 Legislação Nacional	14
3.1.5 Impacto ambiental dos resíduos.....	16
3.1.6 Aplicabilidade	17
3.2 CONCRETO.....	18
3.2.1 Materiais constituintes.....	19
3.2.2 Concreto sustentável	19
3.2.3 Resultados de pesquisas	Erro! Indicador não definido.
4 METODOLOGIA	22
4.1 MATERIAIS.....	23
4.2 MÉTODOS	24
4.2.1 Caracterização dos agregados	24
4.2.2 Caracterização do cimento	26
4.2.3 Dosagem	27
4.2.4 Moldagem dos corpos de prova	28
5 ORÇAMENTO	31
6 CRONOGRAMA	31
7 RESULTADOS ESPERADOS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS	34

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas da humanidade. Em razão do constante aumento populacional, a exploração de recursos naturais para realização de novas construções foi intensificada. Com isso, a construção civil tem impactado o meio ambiente de forma negativa por conta da exploração de matérias-primas, levando à geração de grande quantidade de resíduos sólidos e a sua destinação em locais sem qualquer tratamento ou separação.

A indústria da construção civil é vista como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento socioeconômico e uma das maiores geradoras de resíduos, levando a graves prejuízos ambientais. Além disso, outro fator importante que contribui com o acúmulo desses resíduos é a alocação de forma inadequada e o depósito em áreas clandestinas. Em função disso, nota-se a grande necessidade em encontrar meios para minimizar os impactos ambientais.

Ainda existem obstáculos em se trabalhar com o reaproveitamento e reciclagem por conta da falta de conhecimento aprofundado sobre o tema e por vezes desacreditarem que essa prática seja útil. É possível, com a prática de reciclagem, reutilizar os resíduos gerados pelas construções e demolições, evitando a extração desenfreada de matérias-primas finitas da natureza.

Com a crescente produção de RCD, existe a necessidade de desenvolvimento de novos métodos de reaproveitamento. O uso de agregados reciclados em misturas de concreto tem sido um tema interessante no que se refere à redução de impactos ambientais.

Em razão disso, é de suma importância aplicar medidas para amenizar os impactos ambientais originados das atividades do setor da construção civil. Dessa maneira, o CONAMA formulou a Resolução 307/02 que determina parâmetros e processos para uma melhor administração dos resíduos da construção civil, tanto em atividades de reformas, reparos e demolições de estruturas e rodovias, como na determinação da sua destinação final.

Deste modo, o presente trabalho visa estudar a influência da adição, como agregado, de resíduos da construção e demolição na resistência à compressão do concreto, com intuito de verificar a possibilidade de utilização deste para fins estruturais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa tem como objetivo geral investigar as alterações na resistência à compressão do concreto, quando parte dos agregados graúdos ou miúdos são substituídos por diferentes porcentagens de Resíduos da Construção e Demolição (RCD), verificando a possibilidade de produção de concretos com função estrutural.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar uma amostra de RCD da cidade de Porto Nacional - TO de acordo com as normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e modificar sua granulometria, permitindo sua utilização;
- Verificar o comportamento do concreto quanto à sua resistência característica a compressão;
- Comparar os efeitos do uso de agregados reciclados de cerâmica, agregados reciclados de concreto/argamassa e agregados reciclados sem nenhuma classificação quanto ao tipo de material;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Ribeiro, Moura e Pirote (2016) se toda a sociedade estivesse ciente do quão importante é o descarte adequado dos resíduos, não haveria problemas de saúde da população, tampouco impactos ambientais.

É importante buscar um fim adequado a todo tipo de resíduo gerado na construção e demolição. Alguns resíduos podem ser utilizados na produção de novos produtos, contudo, são descartados, muitas vezes em locais indevidos, sendo desperdiçada, assim, uma excelente oportunidade de reciclagem e reutilização (CARVALHO; CAMARGO, 2017).

De acordo com Brito e Araújo (2017) os primeiros registros de reutilização e reaproveitamento são associados ao final da 2ª guerra mundial (1945), onde houve uma grande procura por inovações no setor da construção civil, com o objetivo de reutilizar, nas construções, os resíduos provenientes das ruínas geradas pela guerra.

3.1.1 Sustentabilidade na construção civil

Segundo Ribeiro, Moura e Pirote (2016) o uso desenfreado de recursos naturais acarreta em grandes problemas sociais, econômicos e ambientais. Parte disso se deve ao descarte indevido de resíduos gerados pela construção civil. Desta maneira, viu-se à necessidade de criar novos métodos sustentáveis, usando reciclagem e/ou reutilização destes materiais, minimizando o consumo de matérias-primas e beneficiando o meio ambiente.

Atualmente, os resíduos gerados podem ser provenientes tanto da construção de novas edificações, quanto da demolição de obras antigas. É de suma importância dar um fim adequado a esses detritos gerados e visar sempre à sustentabilidade, de modo que os interesses e bem-estar da sociedade e do meio ambiente não sejam prejudicados (SILVA, 2017).

Brasileiro e Matos (2015) ressaltam a importância das leis e resoluções desenvolvidas no âmbito da gestão de resíduos sólidos, que auxiliam na implantação do conceito da sustentabilidade na indústria da construção civil.

3.1.2 Geração de RCD

Segundo Brasileiro e Matos (2015) todos os resíduos gerados na fabricação de um determinado produto, desde a extração da matéria-prima até o fim da fabricação, são responsabilidade da empresa produtora.

Os materiais que são mais encontrados em obras de construção e demolição são as madeiras, aço, compensados, plásticos, alvenaria, concreto, argamassa entre outros materiais. Os resíduos gerados na obra são separados pelos trabalhadores e depositados em coletores de resíduos até sua coleta (SOKOLOVICZ; CANTARELLI; SANTOS, 2017).

O desenvolvimento urbano resulta no aumento de atividades de construção civil, gerando, dessa maneira, maiores volumes de resíduos sólidos a serem descartados. Com isso, é preciso buscar resoluções para melhorar a qualidade de vida, e uma perspectiva de gestão mais sustentável para toda população minimizando o acúmulo de resíduos (ROCHA; ROCHA; LUSTOSA, 2017).

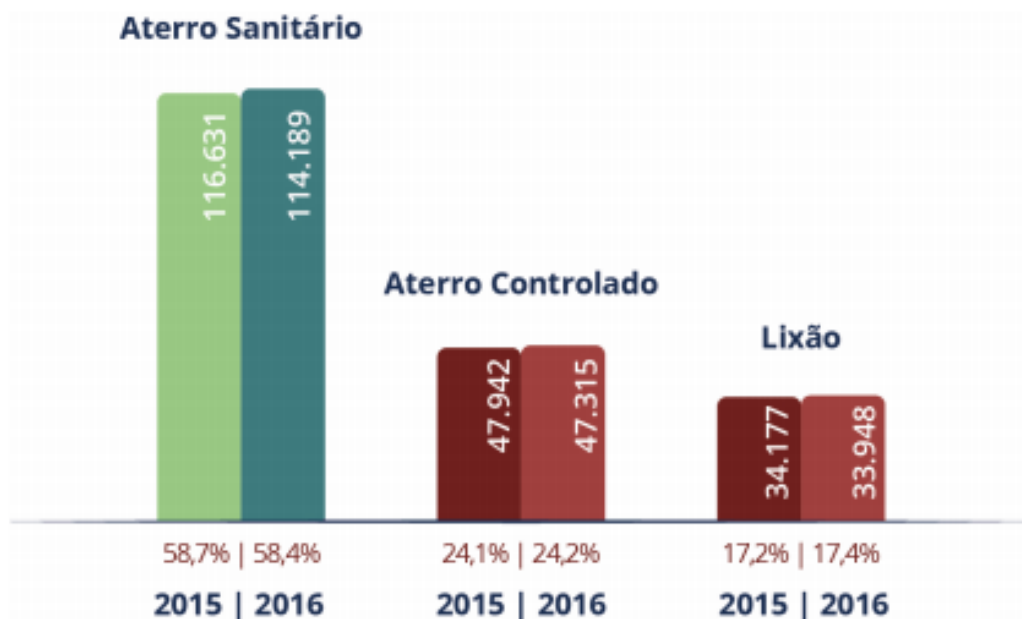
No ano de 2008, 33,3% dos resíduos gerados eram depositados em aterros controlados, não adequados para sua disposição final, e apenas uma pequena porcentagem era reaproveitada, por meio de programas de coleta seletiva e recuperação de materiais que poderiam ser utilizados (RIBEIRO et al., 2014).

Segundo Mourão, Aragão e Damasceno (2015) a interferência do cliente, baixa qualificação da mão de obra, manuseio incorreto dos materiais, erro no projeto são as principais causas de maior geração de resíduo. E dentre esses materiais os que mais geram preocupação, quanto sua destinação e grande volume são tijolos, cerâmicas, cimento e barras de aço.

De acordo com Abrelpe (2016) foi coletado no ano de 2016 cerca de 71,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos de um total de 78,3 milhões de toneladas do país, tendo uma queda de quase 2% em comparação ao ano anterior. Desse total foram enviados aos aterros sanitários aproximadamente 41,7 milhões de

toneladas. No país ainda existe cerca de 82 mil toneladas de resíduos por dia depositados em locais inadequados como em aterros controlados e lixões. Conforme pode ser observado na Fig. 1, foi notada uma depreciação na destinação no aterro sanitário do ano de 2015 em comparação a 2016.

Figura 1 - Disposição final de RSU no Brasil em toneladas por dia



Fonte: Abrelpe (2016).

A falta de investimentos e incentivos, no que se refere à reciclagem e reaproveitamento de materiais, contribui para o aumento da geração de resíduos, e, consequentemente, para o aumento dos impactos (SANTOS, 2016).

Segundo Fernandes (2015), muitas vezes ocorrem erros na execução da obra por conta da interpretação errada do projeto, consequentemente aumentando os gastos com correções e mudanças, levando a perda de material. É preciso evitar que essas falhas possam acontecer e sempre que possível impedir esses desperdícios desnecessários.

3.1.3 Reciclagem de RCD

A caracterização dos resíduos deve seguir os procedimentos recomendados pela ABNT. Os procedimentos que podem ser empregados para a

caracterização dos resíduos são a análise granulométrica, índice de vazios máximos e mínimos, massa específica dos sólidos e massa unitária (COUTO, 2017).

Nem todo o resíduo sólido gerado pela construção e demolição pode ser reutilizado. O CONAMA Nº 431/2011 classifica os resíduos de acordo com os critérios apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos segundo o CONAMA

Classe	Origem	Tipo de Material	Destinação
Classe A	São resíduos que podem ser reutilizados e reciclados como agregados na construção civil.	Proveniente de pavimentação e obras de infraestrutura (solos). Construção, demolição e reparos de edificações (alvenaria, concreto, argamassa).	Podem ser britados e reutilizados como forma de agregados na construção civil.
Classe B	Resíduos recicláveis.	Materiais tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Podem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário.
Classe C	São resíduos nos quais não se conseguiu desenvolver tecnologias para reciclagem ou sua recuperação.	Não especificado pela resolução.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados de acordo com o que a norma específica.
Classe D	São resíduos perigosos que não podem ser reciclados ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde que vem de demolições, reformas, reparos e outros.	São tintas, solventes, óleos materiais que contenham amianto ou outros produtos que danificam a saúde.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados de acordo com o que a norma específica.

Tabela: Adaptada do CONAMA 431 (2011).

Segundo Fernandes e Amorim (2014) o estudo sobre resíduos da construção e demolição é uma questão recente no Brasil. O campo que mais utiliza estes resíduos reciclados é a pavimentação.

3.1.4 Legislação Nacional

A Política Nacional De Resíduos Sólidos (PNRS) ajuda a direcionar o consumidor a contribuir de forma mais sustentável, fazendo com que os geradores sejam responsabilizados pelos resíduos gerados, como já aplicados em outros países. Novas metas podem ajudar a eliminar os lixões existentes, evitando mais poluição e degradação ambiental (LEITE, 2014).

O artigo 3º- inciso XVII do ano de 2014 constitui o fim de locais com disposição de materiais destinados de forma inadequada e sem qualquer tipo de separação ou tratamento. Já os aterros sanitários estão incumbidos de receber somente resíduos com uma porcentagem aproximadamente integral de matéria orgânica (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

De acordo com o inciso XVI, do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010 há maneiras distintas de se fazer a destinação final dos resíduos sólidos, contudo, é preciso realizar um tratamento para recuperação dos sedimentos procurando sempre analisar se é econômica e tecnicamente viável (OLIVEIRA, 2014).

O artigo 7º da lei nº 12.305/2010 da PNRS institui que, além da preocupação com a saúde pública e qualidade do ambiente, é preciso visar novas medidas de sustentabilidade, tendo em vista não somente o gerar, reduzir e reutilizar, mas, também, atentar à disposição final e promover a reciclagem e reuso de materiais de forma adequada.

A Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT) NBR 10004/2004 define “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Segundo César e Carneiro (2016), o Estado deve procurar meios de cuidar da preservação da natureza, e diminuir os impactos que os resíduos causam na sociedade. Fazendo isso, ele estará prevenindo gastos resolvendo problemas de saúde, por conta da destinação inadequada, e conservando um ambiente sustentável.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) tem como principal finalidade, sugerir melhores formas de minimizar a geração de resíduos, propondo, como lei federal, medidas que estimulem a prática sustentável, instruindo a sociedade de forma que possa descartar de maneira ideal os materiais gerados pela construção e demolição (SILVA, 2017).

Segundo Brasileiro e Matos (2015) alguns estados brasileiros já têm implantado usinas de britagem para reciclagem de agregados, como exemplo, Minas Gerais, em Belo Horizonte, emprega essa medida de reciclagem, podendo ser reaproveitados em obras de reestruturas, construções de moradia para população de baixa renda, pavimentação, entre outras construções públicas, transformando, assim, algo que poderia ser descartado e prejudicial ao meio ambiente, em um produto útil para o mercado.

3.1.5 Impacto ambiental dos resíduos

De acordo com Fernandes (2015) a destinação irregular de resíduos que vem do setor da construção é um dos fortes pontos que influenciam na degradação ambiental, trazendo grandes impactos. A extração desenfreada de recursos naturais e a geração de resíduos em grande escala, causam cada vez mais prejuízos ao meio ambiente e riscos à saúde da população.

Segundo Barreto et al. (2017) a construção civil é a área em que mais se utiliza de recursos naturais, ocasionando grandes prejuízos ambientais. Ainda afirma que entre 40% e 75% dos recursos naturais extraídos são utilizados em obras de construção, chegando a gerar, no Brasil, 25% de todo o resíduo sólido.

Geralmente, os resíduos das obras são depositados em frente do local de construção e/ou demolição, levando a um crescente aumento diário de entulho. (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2017).

Produtos naturais, como areia e brita, são de suma importância na construção civil, sendo, contudo, matérias-primas finitas na natureza. Desse modo, o desenvolvimento de novas tecnologias garante que, caso um dia estes materiais forem esgotados, a reciclagem e reutilização de resíduos possam substituí-los (FERNANDES, 2015).

A natureza não tem conseguido acompanhar esse ritmo acelerado de geração de resíduos, e depurar todo esse volume produzido, com isso é inevitável que aconteçam tragédias de impacto ambiental. São tantos os materiais lançados na natureza sem nenhuma terapia, gerando poluição a corpos d'água e mananciais, contaminação do solo, enchentes por acúmulo de resíduos em lugares

inapropriados, proliferação de germes levando a vários riscos à saúde (OLIVEIRA, 2014).

3.1.6 Aplicabilidade

Segundo Brasileiro e Matos (2015), diversos produtos podem ser produzidos utilizando o RCD como agregado de boa qualidade, permitindo que um vasto campo de materiais possa ser aproveitado em construções. Essa ação ajuda a reduzir os valores de produtos como: blocos pré-moldados, tijolos, argamassa de revestimento, entre outros materiais.

Uma pesquisa em 2008 no Rio de Janeiro constatou os impactos econômicos que a reciclagem gera, e destaca que com essa prática pode obter uma economia de R\$ 5,3 a R\$ 10 milhões com a reciclagem de plásticos, R\$ 1,4 milhão com a reciclagem do metal e com o alumínio poupar uma economia direta de R\$ 381 mil (RIBEIRO et al., 2014).

Fica, assim, evidente a importância socioeconômica do reaproveitamento dos resíduos sólidos. Além de trazer esses benefícios, essa prática ainda colabora com a preservação dos recursos naturais e minimiza consideravelmente os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2014).

Segundo Machado e Machado (2017), é muito importante utilizar o RCD como agregado no concreto e reaproveitar os entulhos da construção civil, ajudando tanto econômica quanto ambientalmente. É de suma importância sempre estar em busca de desenvolver novas técnicas tornando um material que não está sendo utilizado em algo útil.

Na pavimentação do tipo concreto asfáltico, por exemplo, cerca de 90% de agregados utilizados são reciclados, podendo ser provenientes de tijolos, vidros, concreto, construção e demolição, tendo diversas granulometrias (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

3.2 CONCRETO

O concreto é o principal material e o mais utilizado no setor da construção civil, devido a sua trabalhabilidade, durabilidade e alta resistência às ações mecânicas. Pode ser encontrado como concreto simples, sem presença de armadura, ou como concreto armado, quando há armadura. O concreto é obtido pela mistura do cimento, agregados e água, podendo se adicionar alguns aditivos que melhoram o desempenho do concreto (COUTO et al., 2013).

Segundo Leite (2016) é estimado um consumo anual de concreto em torno de 11 bilhões de toneladas.

Segundo a ABNT NBR 8953 (2015) os concretos fabricados com a finalidade estrutural precisam estar conforme a resistência à compressão de acordo com a Quadro 2. Já os de classe de resistência inferior a C20 não devem ser utilizados como estrutural.

Quadro 2 - Classes de resistência de concretos estruturais

Classe de resistência Grupo I	Resistência característica à compressão MPa	Classe de resistência Grupo II	Resistência característica à compressão MPa
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45	C100	100
C50	50		

Fonte: ABNT NBR 8953 (2015).

O cimento *Portland* composto com escória (CP II-E-32) é um cimento com alta resistência a compressão e têm uma maior disponibilidade no mercado da construção civil (ZUCCO, 1999). Sua composição é basicamente de uma mistura de metais gerados pelo processo de alto-forno e com a presença de silicato, contém adições de outros materiais em sua mistura, e sua maior característica é o ligante hidráulico apresentar baixo calor de hidratação evitando trincas quando há um grande volume de concreto (PORTAL DO CONCRETO, 2018).

3.2.1 Materiais constituintes

Segundo Nogueira (2013) o concreto é um conjunto de materiais que em sua junção forma uma massa, que com o tempo endurece e obtém resistência. Os materiais para a confecção do concreto são: água, agregados graúdos, agregados miúdos e aglomerantes (cimento).

A produção de cimento inicia pela extração da matéria-prima (carbonato de cálcio, sílica, alumínio e minério de ferro) de rochas calcárias ou argilas. Em seguida, a mistura é aquecida a 1450°C, formando o material denominado clínquer. Este material, após resfriado, é moído, formando o cimento *Portland*. Adições minerais também podem estar presentes no cimento, de modo a alterar suas características. As adições minerais mais utilizadas são gesso, escórias de alto-forno, cinzas de casca de arroz, cinzas volantes, entre outros (NOGUEIRA, 2013).

3.2.2 Concreto sustentável

Segundo Pires et al. (2017) um dos maiores desafios encontrados ainda em concretos usando resíduos recicláveis é sua capacidade de carga, por conta de sua porosidade. Com isso ainda é pouco usado como concreto estrutural, pois ainda é preciso aperfeiçoar o processo de britagem para ajudar a qualidade final do produto diminuindo o índice de vazios.

Para conseguir um concreto com uma boa resistência, economia e durabilidade, estudos e ensaios devem ser realizados visando conhecer o comportamento da estrutura, as suas propriedades e características químicas e físicas (LEITE, 2016).

Segundo Fernandes (2015) o RCD pode ser utilizado como agregado em obras de pavimentação e como blocos para casas populares, substituindo parcialmente ou totalmente os agregados naturais por resíduos vindos da construção ou demolição de edifícios. Para a produção deste tipo de agregado, é realizada, primeiramente, a triagem dos materiais, separando os resíduos de acordo com o tipo de material de origem. Em seguida, os resíduos são moídos na granulometria pretendida.

3.2.2.1 Características do agregado produzido de RCD

Segundo Mesquita et al. (2015), para se caracterizar o agregado de RCD devem ser realizados os ensaios apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Normas da ABNT utilizadas para caracterização do agregado de RCD

Ensaio	Norma Brasileira utilizada
Caracterização Granulométrica	NBR 7211/2009 NBR NM 248/2003
Amostragem dos Agregados	NBR NM 26/2001 NBR NM 27/2001
Dimensão máxima característica e módulo de Finura	NBR NM 248/2003
Teor de material pulverulento	NM-ISO 3310-1/1997
Determinação da massa específica	NBR NM 52/2003 NBR NM 53/2003
Teor de impurezas orgânicas	NBR NM 49/2001
Análise dimensional, espessura mínima das paredes e dimensões dos furos das amostras	NBR 12118/2011
Absorção de água	NBR 12118/2011

Fonte: Mesquita et al. (2015).

3.2.2.2 Traços

Foi feito um estudo sobre a dosagem do concreto para obras de pequeno porte, com isso, foi encontrada uma resistência mínima de 30 MPa em 28 dias com o traço apresentado no Quadro 3, utilizando agregados oriundos de resíduos da construção e demolição (BARBOSA; BASTOS, 2008).

Quadro 3 - Traços do concreto com cimento CP V ARI

Resistência de dosagem esperada (Mpa) na Idade (dias)				TRAÇO EM MASSA								
				Para 1kg de cimento				Para 1 metro cúbico				
1	3	7	28	Areia (Kg)	Pedra (Kg)	a/c	Aditivo (%) ¹	Cimento (Kg)	Areia (Kg)	Pedra (Kg)	Água (Kg)	Aditivo (Kg)
3	9	11	15	4,13	3,87	0,9	1,5	225	929	871	203	3,4
5	12	16	20	3,45	3,35	0,75		265	914	888	199	4
10	18	22	25	2,9	2,95	0,65		306	887	903	199	4,6
13	23	26	30	2,59	2,71	0,59		337	873	913	199	5,1

Fonte: Adaptada de Barboza; Bastos (2008).

Iremos dosar o concreto visando obter uma resistência à compressão de 40Mpa aos 28 dias (concreto estrutural), utilizando o cimento CII-E-32, utilizando aditivo para melhorar as propriedades, dosando de acordo com a necessidade.

4.1 MATERIAIS

Para a realização do estudo serão necessários à utilização dos seguintes materiais:

- Cimento *Portland* composto com escória CII-E-32;
- Água;
- Agregado miúdo (Areia);
- Agregado graúdo (Brita);
- Aditivo superplastificante;
- Resíduo de construção civil e demolição (Agregados reciclados).

Foi escolhido o cimento *Portland* por combinar bons resultados de baixo calor de hidratação, com maior disponibilidade na região.

O agregado miúdo utilizado será areia média com módulo de finura de 2,0 e o agregado graúdo utilizado será brita 1, com diâmetro máximo característico de 19 mm.

Á água a ser utilizada deve ser livre de impurezas, com um pH entre 6 a 8, e quando não tem informações sobre sua origem é importante realizar ensaios para verificar sua adequação para a fabricação do concreto, pois esse material é o principal responsável por hidratar o cimento (LEITE, 2016).

A relação água/cimento é um parâmetro muito importante para a durabilidade do concreto, portanto, ao almejar uma alta resistência de concreto estrutural aos 28 dias, é necessário baixar a relação a/c para 0,30 a 0,35 utilizando aditivo em sua mistura, possibilitando empregar uma menor quantidade de água (HELENE; TERZIAN, 1992).

Será utilizado aditivo superplastificante para manter o índice de consistência do concreto (fixado um *slump* de 6 ± 1 cm). O aditivo será dosado conforme a necessidade.

Após a coleta do material proveniente de uma obra de construção ou demolição será feita a retirada de impurezas, e logo após é feita uma triagem do material que será utilizado, para depois passar pelo processo de moagem manual do resíduo. Na triagem será separado o material cerâmico do concreto/argamassa.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Caracterização dos agregados

4.2.1.1 Granulometria

Segundo a NBR 7217 (1987) para o ensaio de granulometria é preciso secar as amostras de ensaio em estufa, esfriar a temperatura ambiente e determinar suas massas. Próximo passo é encaixar as peneiras, apresentadas na Fig. 4, previamente limpas, colocar as amostras ou porções dela sobre a peneira superior do conjunto, de modo a evitar a formação de camada espessa de material.

Considerar o teor de materiais pulverulentos no cálculo da composição granulométrica. Promover a agitação mecânica do conjunto por um minuto de agitação contínua e permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grãos de amostra, e a massa de material passante pela peneira seja inferior a 1% da massa do material retirado.

A agitação da peneira deve ser feita em movimentos laterais e circulares alternados, remover o material retido na peneira para uma bandeja identificada. Escovar a tela em ambos os lados para limpar a peneira. Proceder à verificação da próxima peneira, conforme depois de acrescentar o material passante na peneira superior, até que todas as peneiras do conjunto tenham sido verificadas.

Determinar a massa total de material retido em cada uma das peneiras e no fundo do conjunto. O somatório de todas as massas não deve diferir mais de 0,3% da massa seca da amostra.

Figura 3 - Peneira granulométrica



Fonte: Splabor (2018).

Para cada uma das amostras de ensaio, calcular a porcentagem retida, em massa, em cada peneira, com aproximação de 0,1%. Determinar o módulo de finura, com aproximação de 0,01. O ensaio deve consignar a porcentagem média retida em cada peneira, a porcentagem média retida acumulada em cada peneira, a dimensão máxima característica e módulo de finura, a classificação do agregado.

4.2.1.2 Massa unitária

Segundo a NBR 45 (2006), o ensaio de massa unitária inicia pela secagem de uma amostra de volume 150% maior que o recipiente de ensaio. Em seguida, após a determinação da massa do recipiente vazio (em Kg), o mesmo é cheio com o material seco, em três camadas de 1/3 da sua altura e, em cada camada, são aplicados 25 golpes com a haste, distribuídos uniformemente.

Na primeira camada, evitar atingir o fundo do recipiente e nas demais, evitar atingir a camada inferior. Nivelar a superfície com a régua metálica, e determinar a massa do conjunto recipiente e agregado, em kg.

4.2.1.3 Massa específica

Segundo a NBR 52 (2003) para o ensaio de massa específica deve-se primeiramente pesar ($500,0 \pm 0,1$) g de amostra, colocar no frasco e registrar a massa do conjunto. Encher o frasco com água até próxima da marca de 500 ml. Movê-lo de forma a eliminar as bolhas de ar e depois colocá-lo em um banho mantido a temperatura constante de (21 ± 2) °C. Após 1 h, aproximadamente, completar com água até a marca de 500 cm³ e determinar a massa total com precisão de 0,1 g. Retirar o agregado miúdo do frasco e secá-lo. Esfriar à temperatura ambiente em dessecador e pesar com precisão de 0,1 g.

4.2.1.4 Impurezas Orgânicas

Para o ensaio de impurezas é preciso coletar a amostra de campo para poder separar cerca de 200 g do material, sempre que possível utilizar um material úmido. Preparar as soluções com quantidades suficientes para os ensaios, em locais protegidos a luz solar. Unir o agregado com a solução e deixar em repouso durante (24 ± 2) horas em um ambiente escuro, ao fim desse período, filtrar a solução e avaliar a qualidade de matéria orgânica comparando a cor da solução, e comparar com a cor padrão, anotar qual cor mais escura.

4.2.2 Caracterização do cimento

Para caracterizar o cimento é preciso realizar ensaios de:

- Finura;
- Massa específica;
- Tempo de pega.

A MB-3432 (1991) prescreve o método do ensaio para a determinação da finura do cimento *Portland* usando a peneira 75 µm (nº 200).

A NBR 16605 (2017) descreve o ensaio para verificação da massa específica de cimento *Portland* e outros materiais em pó, pelo frasco volumétrico de *Le Chatelier*. É colocado no frasco 250 ml de querosene, que é um líquido que não reage com o cimento, e faz a leitura na parte inferior do menisco, depois adiciona no frasco 60 g de cimento, em seguida fechar frasco, movimentar o frasco cuidadosamente para que não crie bolhas de ar, em seguida em uma superfície reta, após a decantação completa do material, é feita a leitura final. Com isso, é possível encontrar a massa específica do cimento, para determinação da dosagem.

A NBR NM 65 (2003) estabelece o método de ensaio para verificar o tempo de pega da pasta de cimento *Portland*, utilizando o aparelho de *Vicat*. Para essa verificação é necessário preparar a pasta com consistência normal, e colocar no molde, e imediatamente após levar até a câmara úmida. Depois de um tempo mínimo de 30 min do enchimento do molde, levar até o aparelho de *Vicat* descer a agulha do aparelho até tocar a placa base, ajustar o indicador na marca zero ou registrar a leitura inicial (NBR NM 65, 2003). A norma prevê que o tempo de pega inicia após 60 min. A primeira agulhada é feita em 30 min após o preparo da massa, depois se reposiciona o molde ± 10 mm de distância horizontal do último furo para realizar as demais agulhadas a cada 15 min seguindo o mesmo procedimento da primeira agulhada, até que a agulha pare entre 4 ± 1 mm da placa da base, assim finalizando o experimento e obtendo o tempo de início da pega. (NBR NM 65, 2003).

4.2.3 Dosagem

Para obter os traços de concreto, será utilizado o método de dosagem criado pela Associação Brasileira de Cimento *Portland* – ABCP, como uma adaptação do método americano proposto pela ACI 211.1-81 (*Standart Practice for Selecting Proportion for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete* - 1985), e considera tabelas e gráficos elaborados a partir de informações experimentais (TUTIKIAN; HELENE, 2011). O método da ABCP correlaciona a resistência à compressão característica do concreto com a relação a/c, abatimento e consumo de cimento. O estudo consiste em verificar qual o traço ideal (MALTA, 2012).

Para definir a resistência média de dosagem é preciso fazer o cálculo por meio da equação recomendada pela ABNT NBR 12655:2006.

$$f_{cdj} = f_{ckj} + 1,65 . sd$$

(Equação 1)

Onde:

f_{cdj} = resistência à compressão do concreto a j dias de idade em Mpa;

f_{ckj} = resistência característica do concreto à compressão a j dias de idade em Mpa;

sd = desvio padrão de dosagem, em Mpa.

Para determinar o traço final é preciso verificar a quantidade de argamassa seca, para encontrar um ponto ideal, verificando a trabalhabilidade e aspecto da massa, que deve apresentar coesão e fluidez (TUTIKIAN; HELENE, 2011).

4.2.4 Moldagem dos corpos de prova

Serão confeccionados dois corpos de prova cilíndricos de $\Phi 10 \times 20$ cm para cada idade de rompimento (7 dias e 28 dias de cura), e para cada um dos traços. Serão realizados traços utilizando separadamente os três tipos de agregado reciclado (agregado reciclado cerâmico, agregado reciclado de concreto/argamassa e agregado reciclado misturado), e todos eles em teores de substituição de 25%, 50%, 75% e 100% tanto do agregado graúdo (brita), quanto do agregado miúdo (areia). Será também moldada uma amostra de referência, sem agregados reciclados.

Será utilizada uma relação a/c de 0,30 a 0,35 para diminuir os índices de vazios do concreto endurecido aumentando assim sua resistência final.

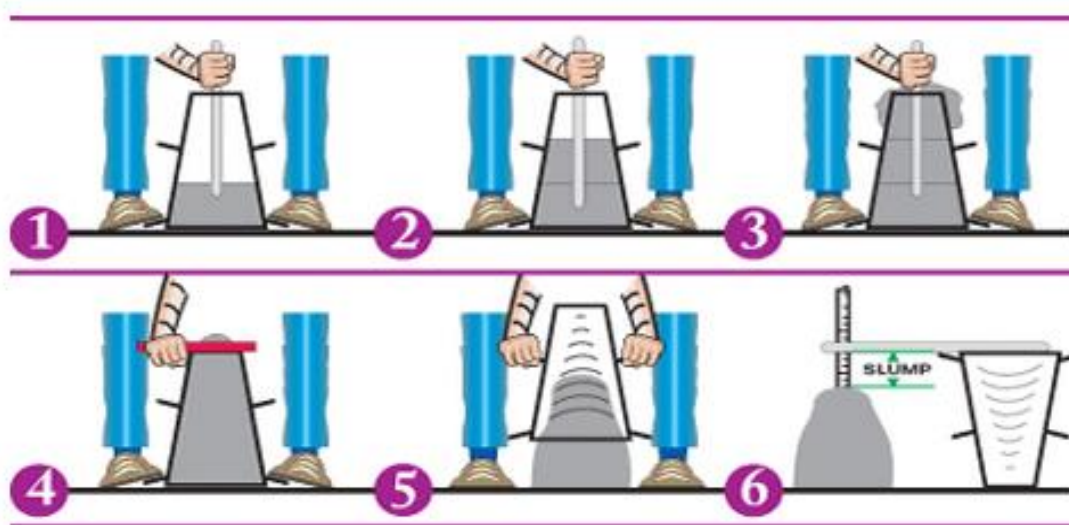
4.2.3.1 Ensaio de resistência à compressão

Segundo a NBR 7215 (1996) para a preparação do concreto serão misturados os materiais secos em ordem de agregados graúdos, miúdos, cimento. Em seguida colocar a água até criar uma massa homogênea, e adição de aditivo plastificante.

Logo após a fabricação do concreto é feito uma verificação de consistência pelo abatimento do tronco de cone, mais conhecido como teste de *slump*, como a Fig.5, apresenta, onde após a massa do concreto estar preparada, é preenchido o molde com o concreto de ensaio, o operador coloca os pés firmando as aletas para manter estável, encher o molde com três camadas cada uma com um terço de altura de molde compactados e aplicar 25 golpes, distribuindo uniformemente em cada camada, Após a compactação verificar se a superfície do molde está completa e usar uma desempenadeira para rasar a superfície que neste ensaio o aumento ou a diminuição do teor de água causará aumento ou uma diminuição correspondente ao *slump* do concreto. (NBR NM 67, 1998).

Limpar a placa de base e retirar o molde do concreto, levantando-o cuidadosamente na direção vertical, realizando esse movimento com cerca de 5 a 10 s, sem submeter o concreto a movimentação lateral. Imediatamente após a retirada do molde, medir o abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo-de-prova, aproximando aos ± 6 mm. Caso ocorra um desmoronamento ou deslizamento da massa de concreto ao realizar o desmolde e esse desmoronamento impeça a medição do assentamento, o ensaio deve ser desconsiderado e deve ser realizada nova determinação sobre outra porção de concreto da amostra (NBR NM 67, 1998).

Figura 4 - Ensaio de *Slump test*



Fonte: Clube do concreto (2018).

Após ter feito o *slump test* e conseguido uma consistência adequada é passado para as moldagens dos corpos de provas que serão colocados em moldes cilíndricos, com dimensões de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Segundo a NBR 5738 (2008) para a preparação dos corpos de prova, será dividido o corpo de prova em três partes colocando quantidade do concreto em cada parte dentro do molde até que preencha 1/3, 2/3 e 3/3 do corpo de prova, em cada camada nivelar o concreto para iniciar o adensamento no qual definido como 12 golpes.

A cura será feita depois da moldagem do material, serão levados os corpos de provas ao tanque na água com cal para cura por 7 e 28 dias, logo após esse período devem ser rompidos à compressão, os testes serão feitos com o corpo de prova secos para não afetar seu resultado. Colocar o corpo de prova sobre o prato inferior da prensa, com eixo do carregamento centralizado, e transmitir uma carga a compressão sobre o corpo de prova, assim calculando a resistência a compressão, dividindo a carga de ruptura pela área da seção do corpo de prova (NBR 7215, 1996).

5 ORÇAMENTO

Quadro 4 - Orçamento do Projeto de Pesquisa

Orçamento do Projeto de Pesquisa			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
PAPEL A4	20 Un	0,30	6,00
IMPRESSÕES	200 Un	0,30	60,00
ENCADERNAÇÃO	4 Un	5,00	20,00
CANETA	5 Un	2,00	10,00
COMBUSTÍVEL	30 L	5,00	150,00
AREIA MÉDIA	1 m ³	70,00	35,00
BRITA 1	1 m ³	140,00	70,00
CIMENTO CP II - E	5 Sacos	25,00	125,00
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE	1 L	40	40,00
TOTAL			516,00

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2018).

6 CRONOGRAMA

Quadro 5 - Cronograma do Projeto de Pesquisa

ETAPAS	Ano 2018								
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov
ESCOLHA DO TEMA DO PROJETO DE PESQUISA									
SELEÇÃO DO PROFESSOR ORIENTADOR									
SELEÇÃO DOS ARTIGOS PARA O PROJETO DE PESQUISA									
ELABORAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA									
ENTREGA DO PROJETO DE PESQUISA									
APRESENTAÇÃO DO PROJETO PARA BANCA EXAMINADORA									
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA									
COLETA DE DADOS									
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS									
REDAÇÃO DO ARTIGO									
REVISÃO E ENTREGA FINAL DO TRABALHO									
APRESENTAÇÃO DO ARTIGO PARA A BANCA EXAMINADORA									

Fonte: Desenvolvida pelo Autor (2018).

7 RESULTADOS ESPERADOS

Pretende-se com a realização deste trabalho, verificar o desempenho do concreto utilizando diferentes porcentagens de resíduos de construção e demolição, como agregados graúdos e miúdos, esperando alcançar alta resistência, para utilizar como concreto estrutural.

Almeja-se superar as expectativas de um desempenho comparado a concreto com agregados naturais, sem comprometer a resistência final. Diante disso, a construção civil geraria uma grande economia por reduzir a extração de recursos naturais substituindo por agregados reciclados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR NM 52 - **Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004; **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12655; **Concreto de cimento Portland – Preparo controle e recebimento – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16605; **Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738. **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215 - **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7217. **Agregados: determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8953; **Concreto para fins estruturais: Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR MB 3432; **Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200)**. Rio de Janeiro, 1991.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 45 - **Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 67. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM. 65. **Cimento Portland-Determinação do tempo de pega**. Rio de Janeiro, 2003.

ABRELPE-Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2016.

ALMEIDA, L. L. MAGALHÃES, P. A. N. R. **Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso em uma empresa de engenharia civil na cidade de rio verde – Goiás.** 2017.

BARBOZA, M. R. BASTOS, P. S. **Traços de concreto para obras de pequeno porte.** Concreto e Construção, v. 36, p. 32-36, 2008.

BARRETO, R. D. DEL RIO, M. R. T. PETERSON, E. GONÇALVES, D. **Produção de pavimento intertravado com a utilização de resíduos da construção civil como agregado miúdo.** Revista Univap, 22(40), 553, 2017.

BRASILEIRO, L. L. MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil.** Teresina, PI, 2015.

BRITO, L. V. ARAÚJO, V. S. **Desempenho do concreto produzido com RCD.** Belém-PA, 2017.

CABRAL, A. E. B. SCHALCH, V. DAL MOLIN, D. C. C. RIBEIRO, J. L. D. RAVINDRARAJAH, R. S. **Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha.** Vol. 55, n. 336 (out. /dez. 2009), p. 448-460 (2009).

CARVALHO, R. H. CAMARGO, R. F. **Caracterização, classificação e análise qualitativa e quantitativa dos resíduos de construção civil em residências padrão normal em bairros novos da cidade de Campinas (SP).** Ensaios USF 1.1 (2017): 144-160.

CÉSAR, P. S. M. CARNEIRO, R. **A gestão ambiental em minas gerais: uma análise do sistema de gestão ambiental e do rompimento da barragem de rejeitos em mariana.** Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 2, n. 2, p. 192-217, 2016.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº.431, de 25 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

COUTO, J. A. S. CARMINATTI, R. L. NUNES, R. R. A. MOURA, R. C. A. **O concreto como material de construção.** Sergipe, 2013.

COUTO, L. A. F. A. H. R. **Caracterização geotécnica de areia reciclada produzida a partir de resíduos de construção e demolição do município de Natal/RN.** Natal-RN, 2017.

FERNANDES, A. V. B. AMORIM, J. R. R. **Concreto sustentável aplicado na construção civil.** Aracaju v. 2, n.1, p. 79-104, 2014.

FERNANDES, B. C. M. **A utilização de resíduos da construção civil e demolição – RCD como agregado para o concreto.** Formiga-MG, 2015.

GUERRA, R. S. T. **Ensaio do slump test**. Clube do concreto, 2014. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/08/afinal-sump-test-para-que.html>. Acesso em: 2018 mai. 2018.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. Pini, 1992.

LEITE, J. C. P. NETO, M. T. R. Meio ambiente e os embates da construção civil. Belo Horizonte, v. 6, n. 2, 2014.

LEITE, R. S. **Concreto reciclado**: Da história do concreto à inovação da reciclagem. Araruna, 2016.

MACHADO, P. A. S. MACHADO, A. R. T. **Estudo do resíduo de construção e demolição (rkd) em misturas de concreto magro**. Belo Horizonte, MG, 2017.

MALTA, J.O. **Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo de construção e demolição**. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, 2012.

MESQUITA, L. C. AZEVEDO, I. C. A. D. CÂNDIDO, E. S. CATHOUD, G. A. **Análise de viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol.10 nº 2, 2015.

MOURÃO, S. A. ARAGÃO, V. R. DAMASCENO, D. A. P. M. **Diagnóstico da disposição dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Montes Claros, MG**. Santa Maria, 2015.

“NACIONAL, P.” (10 mai. 2018). **Google Maps. Google**. Consultado em: <https://www.google.com.br/maps/place/Instituto+Tocantinense+Presidente+Ant%C3%B4nio+Carlos+Porto+Ltda,+Porto+Nacional/@-10.6950648,48.3860596,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x933b0cbc05da51cb:0xaf1e4a050ab52ac2!8m2!3d-10.6950648!4d-48.3838709>.

NOGUEIRA, L. G. S. **Utilização de RCD na confecção de um concreto sustentável**. Brasília, 2013.

OLIVEIRA, L. M. **A responsabilidade compartilhada e sua aplicação quanto à questão dos resíduos sólidos**. Curitiba, 2014.

PIRES, D. M. SOARES, F. D. N. DESSUY, T. Y. BRESSAM, G. S. C. OLIVEIRA, D. D. KRUG, L. F. **Permeabilidade e durabilidade de concretos com substituição parcial do agregado graúdo por resíduos da construção civil**. XXV Seminário de Iniciação Científica, 2017.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei Nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010**, Brasília, 2010.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista Tecnológica. São Paulo, p. 90-92, set. 2010.

RIBEIRO, D. MOURA, L.S. PIROTE, N.S.S. **Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil**.v.20, n.31, p.41-45, 2016.

RIBEIRO, L. C. S. FREITAS, L. F. S. CARVALHO, J. T. A. FILHO, J. D. O. **Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro**. Belo Horizonte, 2014.

ROCHA, S. M. ROCHA, R. R. C. LUSTOSA, K. B. **Política brasileira de resíduos sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas-TO**. Revista ESMAT, 2017.

SANTOS, M. C. S. **Panorama da situação dos resíduos de construção e demolição no município de Cruz das Almas/BA**. Cruz das Almas, 2016.

SILVA, N. R. **Diagnóstico ambiental dos resíduos de construção e demolição depositados de forma inadequada em Caruaru/PE**, Caruaru, 2017.

SOKOLOVICZ, B. C. CANTARELLI, G. M. SANTOS, S. G. M. **Gestão de resíduos da construção civil em execução de edifício de concreto armado na região noroeste do estado do rio grande do sul**. Ijuí- RS, 2017.

SPLABOR, E. **Peneiras granulométricas em aço inox**. Presidente Prudente – SP, 2018. Disponível em: <http://www.splabor.com.br/produto/peneiras-granulometricas-em-aco-inox-diametro-8-2032mm-x-altura-2-50mm/>>. Acesso em: 2018 mai, 2018.

TUTIKIAN, B. F. HELENE, P. Capítulo 12. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. Concreto: Ciência e Tecnologia. IBRACON, 2011.

ZANGESKI, D. S. O. NOVAIS, J. W. Z. SILVA, J. P. FERREIRA, R. L. MELO, F. C. L. **Estudo comparativo entre a resistência à compressão do concreto com agregado convencional calcário e com agregados recicláveis**. Cuiabá, 2017.

ZUCCO, L. L. **Estudo da Viabilidade de Fabricação de Placas de Compósitos à Base de Cimento e Casca de Arroz**. 118 f. Campinas, 1999. 1999. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Escola de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ANEXOS

Os currículos *Lattes* seguem nas próximas páginas.