



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA - UNIFAEMA

OSVALDO ARCHANJO FILHO

PAVIMENTAÇÃO DE VIA URBANA COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ARIQUEMES - RO

2022

OSVALDO ARCHANJO FILHO

PAVIMENTAÇÃO DE VIA URBANA COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende

ARIQUEMES - RO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A669p Archanjo Filho, Osvaldo.

Pavimentação de via urbana com resíduo de construção civil.

/ Osvaldo Archanjo Filho. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.

44 f. ; il.

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Agregado reciclado. 2. Pavimentação Urbana. 3. Construção

Bibliotecária Responsável

Herta Maria de Açucena do N. SoeiroCRB

1114/11

OSVALDO ARCHANJO FILHO

PAVIMENTAÇÃO DE VIA URBANA COM RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Prof. Prof. Esp. Lincoln de Souza Lopes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

ARIQUEMES – RO

2022

À Deus, por ser o provedor de tudo o que acontece em minha vida, porque sem ele nada sou, a minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu o dom da vida e me abençoa todos os dias com seu amor infinito.

A minha família que acreditou ser possível quando nem eu acreditava

Aos meus Professores. Especialmente ao orientador Professor Dr. Driano Rezende, por sua dedicação e transmissão do saber aqui apresentado o melhor e apoio e paciência com os acadêmicos.

Aos meus colegas da faculdade que vou levar comigo para sempre.

“A mente desenvolve-se como o corpo, mediante crescimento orgânico, influência ambiental e educação.”

Umberto Eco

RESUMO

O estudo se direciona a temática de pavimentação de via urbana com resíduo de construção civil, onde os RCC são gerados em grande escala em diferentes obras da construção civil. É imprescindível que haja uma conscientização sustentável e necessária em razão da perduração da humanidade. Essa alternativa para o RCD e reutilização em proporção de pavimentos após ser submetido ao beneficiamento. Objetiva-se fomentar a reutilização de resíduos de construção e demolição em pavimentos em camadas nas vias de baixo volume de tráfego. Ensaio em laboratório de caracterização e resistência dos agregados de RCD, tais como: granulometria, forma do agregado, materiais constituintes, Índice e compactação de Suporte. As amostras coletadas para esse estudo são provenientes das literaturas elencadas no referencial teórico. Os resultados obtidos apresentam viabilidade e potencial adequado para ser utilizado em camadas de pavimentação urbana.

Palavras-chave: Agregado reciclado. Pavimentação. Reutilização

ABSTRACT

The study addresses the theme of urban road paving with construction waste, where RCC is generated on a large scale in different civil construction works. It is imperative that there is a sustainable and necessary awareness due to the duration of humanity. This alternative to CDW is reused in proportion to the number of floors after undergoing processing. The aim is to encourage the reuse of construction and demolition waste in layered pavements on low-traffic roads. Laboratory tests for the characterization and resistance of RCD aggregates, such as: granulometry, aggregate shape, constituent materials, Index and support compaction. The samples collected for this study come from the literature listed in the theoretical framework. The obtained results show viability and adequate potential to be used in urban paving layers.

Key words: Recycled aggregate. Paving. Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo Sustentável	23
Figura 2 – Emprego de agregados reciclados de RCC no município de Belo Horizonte	24
Figura 3 – Usina de Reciclagem de RCC	24
Figura 4 – Equipamentos e Materiais utilizados de RCC	24
Figura 5 – Via pavimentada	25
Figura 6 – Utilização de Resíduos como reforço de base	26
Figura 7 – Utilização de Resíduos de Construção Civil como base de complemento de pavimento	27

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Média da Composição de resíduos de Construção Civil no Brasil	17
Tabela 2 – Resultados experimentais	34
Tabela 2 – Resultados experimentais – Continuação	35
Tabela 3 – Taxa de Desperdício	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PIB	Produto Interno Bruto
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 OBJETIVO PRIMÁRIO	14
1.1.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	14
2 METODOLOGIA	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	16
3.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	16
3.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	18
3.4 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS.....	20
3.5 TECNOLOGIAS DE REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
3.6 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC	22
3.7 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
3.8 ESTUDOS PRÁTICOS DO USO DE MATERIAIS RESIDUAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Na área da construção civil, os resíduos sólidos são evidentes, estes elementos utilizados para realização da obra, demolições, reformas ou construções são os que necessitam ser descartados adequadamente. De modo a minimizar o impacto ambiental, bem como aumentar a vida útil dos materiais, a reutilização desses materiais é uma alternativa sustentável para economia e preservação ambiental.

Essa alternativa é utilizada há milhares de anos, estudos demonstram registros de reutilização dos resíduos da construção na produção de novas obras na época do Império Romano (LEVY, 2017). Atualmente, a população está sofrendo com a degradação da natureza face o despejo de diversos resíduos, sendo contaminação do solo, água e a poluição atmosférica.

Uma alternativa para minimizar esta problemática é o uso de resíduos da demolição em obras da construção civil, como exemplo a pavimentação vias urbanas com materiais residuais de construção civil, a qual vem demonstrando-se viável. Entre os elementos a serem utilizados como material de reaproveitamento destacam-se os agregados graúdos, como a substituição da brita por resíduos, resultando em produto alternativo para este destino, além de minimizar impactos ambientais apresenta-se com custo de aproximadamente 50% menor do que a brita convencional (OLIVEIRA, GASPAR, 2020).

Nesse contexto, considerando que os materiais residuais de construção, bem como a implantação de sistemas sustentáveis de pavimentação urbana, o presente estudo apresenta uma revisão bibliográfica no que tange a compilação de materiais científicos para esta temática.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Apresentar revisão de literatura relacionada com a reutilização de resíduos de construção e demolição civil na pavimentação de vias urbanas.

1.1.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Apresentar informações relacionadas a degradação ambiental;
- Detalhar os resíduos de construção civil;
- Demonstrar tecnologias de reaproveitamento de materiais da construção civil;
- Descrever estudos práticos do uso de materiais residuais para a pavimentação de calçadas e vias urbanas;
- Discutir os dados apresentados.

2 METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa bibliográfica, descritiva com abordagem do tipo qualitativa, descrevendo informações científicas publicadas em livros e artigos direcionados à temática. Assim, realizou-se pesquisas nas bases de dados da biblioteca UNIFAEMA, nas plataformas *Scielo*, *Sciense Direct* e *Google Acadêmico*, estas últimas utilizando os descritores “Resíduos de demolição”, “Reaproveitamento de resíduos da construção civil”, “Reaproveitamento de agregados graúdos na fabricação de concreto”; “Materiais alternativos para construção de vias urbanas.

De acordo com Markoni e Lakatos (2017), a metodologia consiste no caminho seguido para a realização do estudo, sendo que o método diverge da metodologia, porém ambos caminham no mesmo sentido incluindo o desenvolvimento do trabalho desde o referencial.

A abordagem foi realizada através de leitura exploratória de todo o material selecionado, sendo utilizadas referências pormenorizadas e na íntegra. Levantamento físico e medição através de fotos disponibilizadas na literatura das obras.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A degradação ambiental é um problema emergente e precisa ser combatido não apenas pela sociedade organizada, mas por todas as pessoas, visto que se a consciência não estiver intrínseca nas pessoas, as consequências serão mais desastrosas do que já se presencia atualmente (SCHNEIDER, 2013).

Para Santos e Souza (2016), a degradação ambiental, mundialmente falando, tem inserido nas discussões ser necessária uma mudança de mentalidade e consciência, em que se busca novos valores através de uma ética regulamentadora.

homem em busca do progresso e/ou interesses pessoais do momento não se preocupam com a coletividade e da sua própria existência, visto que não procuram preservar o próprio ambiente onde vive, colocando em primeiro plano, questões econômicas em detrimento da conservação do meio ambiente saudável (SANTOS E SOUZA, 2016).

A degradação ambiental que prejudica sobremaneira a própria sobrevivência do planeta, é preciso que haja medidas protetivas das áreas que ainda estão conservadas e a recuperação daquelas que já se encontram prejudicadas, constituem alternativas para a conservação da água que ainda existe (SANTOS E SOUZA, 2016).

Portanto, havendo a proteção e preservação da floresta nativa certamente ter-se-ia um ambiente mais puro e com qualidade de vida. Necessita-se também, ter cuidados com o solo, no sentido de que não haja a erosão, essa preocupação deve ser estendida e direcionada para áreas de proteção ambiental como as áreas de mata ciliar, que exercem extrema importância, não somente às bacias hidrográficas, mas, sobretudo para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas (SCHNEIDER, 2013).

3.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável, de forma resumida, diz respeito ao desenvolvimento que atende as necessidades atuais da sociedade sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações a partir do uso racional dos recursos naturais.

O conceito de desenvolvimento sustentável pressupõe um crescimento econômico atento e responsável, de maneira a extrair dos recursos e tecnologias disponíveis benefícios para o presente, sem comprometer as reservas que serão legadas às gerações futuras (PARENTE e DIAS, 2017).

Nesse contexto, esta determinação é incumbência de todos: entidades governamentais e não governamentais, poderes públicos e coletividade, imbuídos do propósito de realizar o correto manejo das populações que habitam a terra e desempenham, cada qual a seu turno, um papel de fundamental importância para a manutenção do equilíbrio ecológico.

No que concerne ao seu surgimento, sua discussão iniciou-se no âmbito da Conferência de Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente, em Estocolmo, no ano de 1972, em que se questionava se seria possível a compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

No ano de 1972, conforme resumido por Barreto, foi apresentado o Relatório Meadows, que previa a possível extinção da vida na Terra “caso se persistisse o ritmo crescente de industrialização, de aumento demográfico, de má nutrição de extinção de recursos renováveis e de deterioração ambiental”. (BARRETO, 2011, p. 48).

Tal relatório gerou a discussão entre os países ricos e desenvolvidos e os países pobres e em desenvolvimento que traduziu o conflito de interesses entre esses dois blocos.

Os países ricos argumentaram que os países pobres deveriam tomar sérias medidas de preservação ambiental para evitar a anunciada catástrofe ecológica. Já os países pobres, que tinham o interesse em se desenvolver, argumentaram que o real problema se dava pela miséria no mundo decorrente do domínio econômico imposto pelos países ricos.

Tendo em vista esse conflito, criou-se uma carta de compromissos em que se falava no comprometimento da diminuição da desigualdade social entre os povos e do subdesenvolvimento, como forma para solucionar os problemas ambientais. Aliás, ainda em relação à Conferência de Estocolmo, a Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1972, assim dispôs:

O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade, a condições de vida adequadas, num ambiente com uma qualidade que permita uma vida com dignidade e bem-estar, e o homem porta uma responsabilidade solene na proteção e melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras (ONU, 1972).

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, por sua vez, alçou o desenvolvimento sustentável ao patamar constitucional quando dispõe, em seu art. 225, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Os elementos formadores do desenvolvimento sustentável, como comentado anteriormente, são: o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ao meio ambiente.

Portanto, em decorrência da crise ambiental das últimas décadas, e, por conseguinte, da preocupação internacional em procurar compatibilizar o desenvolvimento social e o desenvolvimento econômico (e não o crescimento econômico que visa o lucro sem cuidar das necessidades sociais e ambientais) com a proteção ao meio ambiente e ao uso racional dos recursos naturais, passou o 16 desenvolvimento sustentável a ser o objetivo comum de grande parte dos países, dentre eles os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

3.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

De acordo com Silva Filho (2017), o Brasil produz cerca de 44 milhões de toneladas/ano de Resíduos da Construção Civil (RCC), o que o coloca em uma posição moderada quando comparado a outros países. Nesse contexto, observa-se que são muitos resíduos proveniente de demolição e materiais que não se utiliza mais para realizar a obra, e assim, nota-se que o único lugar para realizar esse depósito de resíduos será em local incerto e não sabido, sendo de responsabilidade do município alocar esse resto de material de construção.

De acordo com a Tabela 1 apresentada por Silva Filho (2019), 29% da composição dos RCC gerados no Brasil é de concreto e blocos, ou seja, podem ser reciclados. Isso representa um potencial muito grande que não é bem explorado por empresas e, tampouco, incentivado como deveria pelo governo.

Tabela 1 – Média da Composição de resíduos de RCC no Brasil

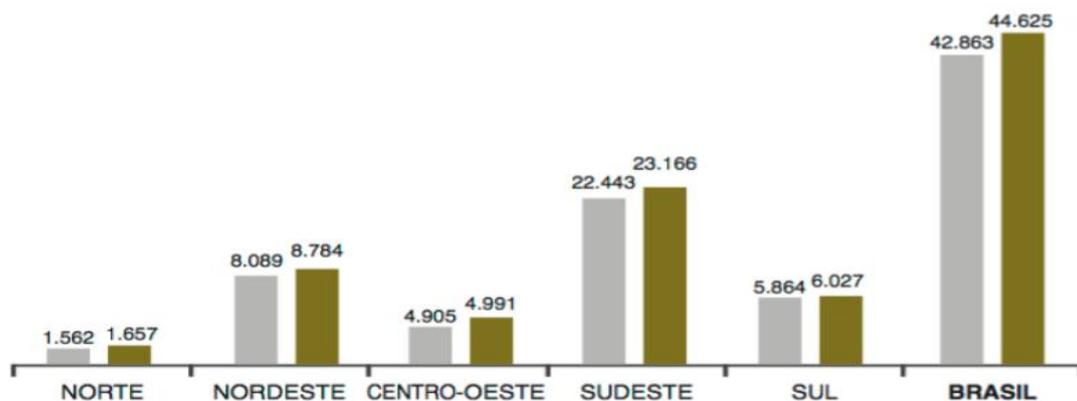
Componentes	Porcentagem
Argamassa	63
Concreto e blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: Silva Filho, 2017

No Brasil, de forma geral, a reciclagem do concreto e blocos tem sido voltada para produção de agregados que podem ser usados na construção de camadas de pavimentação e também para produção de concreto não estrutural reciclado. O uso para concreto com fins estruturais ainda depende de estudos mais aprofundados de viabilização e normatização dessa tecnologia no Brasil, devido à grande falta de uniformidade dos materiais e, conseqüentemente, das propriedades dos resíduos (SILVA FILHO, 2017).

Ao se analisar o cenário brasileiro, de acordo com as cinco regiões brasileiras, percebe-se uma grande discrepância na coleta dos RCC. O gráfico 1 elaborado pelo relatório da ABRELPE indica que boa parte dos resíduos são coletados no Sudeste e no Nordeste. Essa mesma figura indica que houve um aumento de 4,1% na coleta entre os anos de 2018/2019, o que pode tanto significar uma melhora na coleta dos RCC quanto um aumento na produção dos mesmos.

Gráfico 1 – Índice de resíduos por regiões brasileiras anos 2018 e 2019



Fonte: ABRELPE, 2019.

Segundo a ABRELPE (2019) para melhorar a forma de como se lida com esses resíduos, somente coletar os RCC não é suficiente. Faz-se necessário alimentar o “Ciclo Fechado da Construção” e para que isso aconteça uma etapa essencial é a manejo adequado e triagem dos resíduos.

Segundo o IBGE (2015) após a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), referente ao manejo de RCC, 72,44% dos municípios apresentam serviços de manejo dos RCC, cerca de 4.031 cidades. Entretanto, somente 9,7% dos municípios, ou seja, 392 cidades, tem plano para realizar o processamento dos RCC.

Segundo Mulder *et al.* (2017) outras etapas importantes e recorrentes no processo de reciclagem são a posterior classificação granulométrica dos agregados gerados.

3.4 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS

De acordo com Hendriks e Janssen (2011) deve-se fazer políticas públicas voltadas para a conscientização sustentável por meio da reciclagem, sendo um desses elementos os resíduos de construção Civil.

Nesse contexto, a situação ambiental existente há muito tempo nos centros urbanos, tem como alternativas eficientes para solucionar esta questão a reutilização dos restos das obras (CARNEIRO *et al.*, 2011).

Assim, depois que passar por uma ação de reciclagem, pode ser utilizado nas mais distintas aplicações tais como: na execução de camadas em estruturas de pavimentos confecção de elementos pré-moldados (TRICHÊS e KRYCKYJ, 2019).

Segundo Hendriks e Janssen (2011) em países como a Holanda os resíduos de construção cerca de 85% são submetidos a uma ação de beneficiamento para serem utilizados novamente. Nessa linha, além da medida em reduzir gastos públicos com aterros e materiais de construções para pavimentos, essa política propicia um aumento da vida útil dos aterros em funcionamento, visto que os atuais aterros teriam aumentado sua capacidade pela inibição das descargas de resíduos diariamente.

Para Carneiro *et al.* (2011), tem sido uma das formas difundidas para o seu fim a utilização de agregado reciclado em camadas de pavimentos urbanos. Sendo, portanto, muito vantajoso a utilização de volume significativo de resíduo reciclado, tanto graúdo como miúdo. A simplicidade da execução do processo do pavimento e de confecção de material reciclado tais como: separação e britagem primária.

Assim, todos estes aspectos colaboram para diminuição de custos, a realização dessa maneira de reciclagem e a utilização de variado componente material dos

restos de construção tais como: areia, concretos, cerâmicas, pedras, argamassa e outros (ABRELPE, 2019).

De acordo com Hendriks e Janssen (2011), no Brasil desde os anos 80 são aplicadas experiências de utilização de restos de materiais sólidos de construção civil como resíduos de pavimentação. A primeira recicladora no país foi instalada pela Prefeitura de São Paulo em meados de 1990, com início da pavimentação das vias do *campus* novo da USP na zona Leste no final de 2004, plano piloto e inovador de pavimentação ambiental, sendo empregado em suas estruturas materiais reciclados. Foram feitos pavimentação ecológica da USP-Leste com utilização de material reciclado agregado de resíduos sólidos de construção civil, utilizou asfalto modificado com borracha em seu revestimento, denominado asfalto-borracha (CARNEIRO, 2011).

3.5 TECNOLOGIAS DE REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As alternativas tecnológicas para as construções sustentáveis e acessíveis para a realidade, vem ganhando destaque mundialmente. Essas construções valorizam as edificações, uma vez que há materiais, meios e condições climáticas que permitem utilizar muitos resíduos que são descartados sem ter aproveitamento mínimo (BRITO FILHO, 2019).

De acordo com John, (2019) o sistema tecnológico de reciclagem não mede os aspectos residuais em tempo real, de maneira que mesmo reciclado agregado de qualidade se emprega em processos de menor exigência. Portanto, a meta da pesquisa foi criar mecanismo tecnológico que realize identificação segura e rápida da reciclagem e reuso adequado, objetivando-se fração de boa qualidade e valorizada, assim como, aumentar o mercado para os materiais reciclados.

O custeio associado ao consumo de energia assim como aos danos ao meio ambiente, deve ser observado no processo de transformação da matéria-prima até o produto final. O sistema tecnológico de fabricação do produto deve estar em consonância ao projeto de recurso natural, preservando a qualidade de vida e do meio ambiente (SILVA FILHO, 2017).

Entre as tecnologias utilizadas nas construtoras, destaca-se o software VG Resíduos, o qual contempla uma versão própria para o setor, que vai desde o controle de geração, classificação, cadastramento, até à disposição final (ABRECON, 2020).

Com o VG Resíduos, o gerenciamento de fornecedores é antecipadamente monitorado dentro do período para controle de licenças; a automatização dos processos de comunicação; a emissão de aviso de conferência, depósito e registro de documentos e todos os comprovantes reportados a destinação final e tratamento exigidos no gerenciamento processual de restos de materiais de construção civil (CBCS, 2022).

Para finalizar, no caso dos resíduos recicláveis e reutilizáveis as empresas ainda aderem ao negócio de Resíduos para comercializa-los, gerando receita e transformando-os em matérias primas para outras empresas.

3.6 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC

As definições e classificações relacionadas aos restos de materiais de Construção Civil (RCC) seguem as normativas da ABNT e Resoluções do CONAMA.

A Resolução 307/02.07.2002 – CONAMA dispõe sobre a auditoria ambiental que avalia o desenvolvimento da Gestão ambiental, visando o cumprimento da base legal vigente e diretrizes emanadas para a ação de licenciamento ambiental (CONAMA, 2002).

Conforme Ribeiro (2017) a responsabilidade ambiental deixa de ser modismo evoluindo para uma questão de sobrevivência para a humanidade e as empresas. A questão do meio ambiente tornou-se elemento indispensável na sua gestão estratégica nas empresas, sendo consideradas poluidoras potencialmente.

A Resolução CONAMA 307/2002 os divide em quatro classes:

1 - A: Os resíduos recicláveis e reutilizáveis agregados, são:

- Reparo e reformas de construção, demolição, pavimentação e incluindo sobras de terraplanagem;
- componentes cerâmicos, telhas, tijolos, placas de revestimentos, blocos, concreto e argamassa;
- Atividade de demolição ou fabricação de materiais de concreto pré-moldados em concreto, meio-fio, tubos, blocos, produzido no canteiro de obras.

2 - B: Os materiais recicláveis tais como: madeira, plásticos, metal, papel, vidro, gesso e papelão;

3 - C: Materiais tecnológicos viável economicamente desenvolvidos em sua aplicação servindo para recuperação e reciclagem;

4 - D: Os materiais perigosos provenientes de processos de construção, tipo: óleos, solventes e tintas, resíduos prejudiciais à saúde ou contaminados oriundos de reparos de clínicas radiológicas, demolições, instalação e reforma industrial, assim como telhas e outros resíduos e objetos nocivos à saúde humana ou que tenham amianto.

Essa classificação já inclui as modificações que foram feitas pelas resoluções 348/2001 e 431 (24 de maio de 2011), que modificaram a classificação da Resolução 307/2002, classificando o amianto como resíduo perigoso inserido na Classe D. Modificou o gesso, mudando da classe C para a B.

Já a ABNT NBR 10004/2004 classifica os resíduos sólidos diretamente de acordo com a atividade que o gerou e também de acordo com seus constituintes. Nesse sentido, essa norma classifica os resíduos sólidos em:

- A) Perigoso: material classe I
- B) Não Perigoso: material classe II
- C) Não Inerte: material classe II A
- D) Inerte: material classe II B

Uma grande parte dos RCC podem ser enquadrados na definição proposta pela classe II B: “qualquer material que, quando demonstrado de uma maneira representativa, conforme a NBR/ABNT 10007:2004, e destinado a um contato estático e dinâmico com água deionizada ou destilada, à temperatura ambiente, de acordo com a NBR/ABNT 10006:2004, não estiverem com seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, exceto sabor, turbidez, cor e dureza”.

Uma observação importante é que, caso exista a presença de solventes, óleos, tintas e outros derivados nos resíduos, a classificação dos mesmos deverá ser alterada para classe I ou classe II A.

Para o desenvolvimento desse trabalho optou-se pela definição mais específica utilizada pelo CONAMA 307/2002.

Se apresenta outras Resoluções que discernem sobre os RCC direta e indiretamente que são:

- Resolução CONAMA nº 448, retifica a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA nº 431, retifica o art. 3 da resolução CONAMA 307, estabelecendo nova classificação para o gesso
- Resolução CONAMA nº 348, retifica a resolução CONAMA 307, incluindo amianto na classe de resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA nº 275, determina o código de cores para os distintos tipos de materiais, a serem adotados na identificação de transportadores, coletores, assim como, nas informativas campanhas referente a coleta seletiva.
- Resolução CONAMA nº 233, discorre sobre a destinação e o tratamento de materiais dos serviços de saúde.

As resoluções citadas são de legislação em âmbito nacional, sendo que cada cidade tem o direito de criar suas próprias políticas legislativa, e assim, realizar a paridade estrutural dos RCC.

3.7 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sendo a matéria prima residual das obras de construção proveniente de recursos naturais, faz-se necessário a parcela contributiva ao meio ambiente de maneira responsável a partir de reciclagem de resíduos para obra de construção civil (CBCS, 2022).

Os materiais oriundos das construções civis tais como: pedras, areia, ferros, madeiras e outros recursos, são imprescindíveis para reciclagem, pois, geram grande quantidade de entulhos, tornando-se fonte preocupante para o País, cujo resíduos quantificam em até 70% de materiais sólidos urbano (ABRECON, 2020).

Nesse contexto, a reutilização desses materiais que de alguma forma sobraram, serão utilizados conforme a necessidade e área apresentada para a atividade de obra, calculando-se a sua capacidade e durabilidade, reduzindo assim, a quantidade de resíduos gerados nas obras.

Seja qual for a atividade empresarial, atuando de maneira consciente, comercializando ou distribuindo seu produto, age de forma contributiva em sua atividade laboral em decorrência da clientela. Desta maneira, os trabalhadores terão

como modelo para si e se tornarão contribuintes da execução do projeto com responsabilidade ambiental (BRITO FILHO, 2019).

O meio ambiente avisa quanto a necessidade de se ter mais cuidado com a flora e a fauna. Observando-se a transformação dos resíduos diversos, essa ação se torna mais fácil. Mesmo se tratando de atividade específica e que seja necessário a utilização de máquinas direcionadas a esse serviço (TRICHÊS e KRYCKYJ, 2019).

A proteção ambiental mais efetiva a alocação de resíduos em locais clandestinos é o que causa dano ambiental da obra. A natureza sente muito esse descarte. Entretanto, ao se fazer da forma correta, sem a necessidade de jogar os resíduos em terrenos baldios, assim como aterros, estará se evitando a poluição da terra e alagação em determinadas áreas da cidade (SILVA FILHO, 2017).

O certificado de sustentabilidade apresenta ao consumidor a responsabilidade ambiental apresentada pela empresa em decorrência dos seus produtos. Haverá preferência na localidade e área de conhecimento adquirida. O cliente ao adquirir algum produto, estará evoluindo em cada etapa do processo (TRICHÊS e KRYCKYJ, 2019).

Não se deve apresentar somente um produto atraente e eficaz. Se faz necessário registrar e demonstrar o compromisso assumido ao meio ambiente e a sociedade. Portanto, ao adquirir material reutilizável ou reciclado para construção civil, é importante frisar a positividade no mercado (CBCS, 2022).

A partir da constância e prática em adquirir a certificação de sustentabilidade, o empreendedor será um grande exemplo de responsabilidade ambiental e social, pois, cada material produzido passa por uma criteriosa análise para confirmar a sustentabilidade. Portanto, a organização deve estimular a utilização de elementos com menor impacto ambiental (BRITO FILHO, 2019).

A responsabilidade com a sustentabilidade se torna cada vez mais real entre as organizações internacionais e nacionais. Onde objetivam apresentar alternativas eficazes e eficientes em substituição ao plástico em determinados objetos (SILVA FILHO, 2017).

Para Carneiro et al (2011), as atitudes conceituais baseados numa construção envolvem todas as etapas da construção de um projeto com utilização de resíduos sustentáveis.

Portanto, dar preferência e investir nos resíduos reciclados para a construção civil não é uma dúvida, é uma certeza absoluta que trará benefícios a todos os

envolvidos no meio ambiente. Desde a fabricação até o descarte, fazendo parte do ciclo sustentável (CBCS, 2022).

Figura 1- Ciclo Sustentável



Fonte: CBCS, 2022

O ciclo ambiental participa de programas de responsabilidade social, contribui com a evolução de seus trabalhadores, por meio de incentivos programados a evolução cultural e intelectual. A implementação estratégica ao ambiente em todos os processos de distribuição e fabricação de produtos, qualidade e inovação (CBCS, 2022).

A reciclagem apresenta vantagens econômicas se comparada com as deposições irregulares de RCD, os elevados custos da limpeza urbana para as prefeituras são exorbitantes, a correção da deposição irregular, com controle de doenças e aterramento, custa em média 25% mais do que os programas de reciclagem (CARNEIRO et al., 2011).

Uma vez beneficiado, o entulho pode voltar à cadeia produtiva na forma de diversos tipos de agregados, segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (ABRECON), tais como:

1. Areia: Máxima dimensão inferior a 4,8 mm, de impurezas isentas, decorrente da reciclagem de blocos e concreto, o material deve ser usado em contrapisos, argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, tijolos de vedação, blocos e solo cimento.
2. Pedrisco: Material com dimensão máxima de 6,3 mm, de impurezas isentas, decorrente da reciclagem de blocos e concreto, recomendado na fabricação

blocos de vedação, manilhas de esgoto, artefatos de concreto, pisos intertravados, entre outros.

3. Brita: Material com dimensão máxima a 39 mm de característica inferior, livre de impureza, decorrente da reciclagem de blocos e concreto usa-se para fabricação de obras de drenagens e concretos não estruturais.
4. Bica corrida: Resíduo originário da reciclagem de material da obra, isento de impureza, medindo 63 mm (ou conforme pedido do cliente), utiliza-se em subleito e reforço de pavimentos, sub-base e obras de base de pavimentos, assim como regularização de áreas não pavimentadas, acerto topográfico e aterros de terrenos.
5. Rachão: Resíduo com medição máxima característica menor que 150 mm, livre de impureza, originário da reciclagem de blocos ou concreto, sendo aproveitado em obras de terraplanagem, drenagem e pavimentação.

A reciclagem de RCC foi consolidada na Europa Ocidental, Japão e nos EUA. Praticamente em todos os países membro da Comunidade Europeia existem usinas de reciclagem de RCC, com normas e políticas específicas para cada tipo de resíduo (M. NETO, 2019). Para finalizar, o autor também comenta que nos países desenvolvidos, podem ser distinguidos dois tipos de instalações de reciclagem: as que produzem agregados para todo tipo de aplicação e as que produzem agregados para uso específico em concreto, o que as faz possuir um maior controle de qualidade.

Na sequência, são apresentados estudos práticos relacionados com a reciclagem de RCC.

3.8 ESTUDOS PRÁTICOS DO USO DE MATERIAIS RESIDUAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os elementos comumente utilizados na sub-base e base das camadas são a brita 1 e o pó de pedra, são matéria-prima ecológica, por esse motivo se torna uma pavimentação de maior custo e sem contribuição de uso de reciclados. Interessante alternativa será a substituição da matéria prima ecológica por materiais residuais classe A da construção civil. A resolução do CONAMA 307/2002, estabelece critérios para o gerenciamento de RCC, a exemplo disso se tem os materiais da classe A que são: telhas, tijolos, concreto, placas de revestimento e blocos (LEVY, 2017).

Segundo Mota (2014), o elemento residual da classe A é a maneira mais indicada de reciclagem no Brasil para a pavimentação. Sendo utilizado material de entulho para preparação da sub-base, base e pavimento primário de revestimento, sendo feito de maneira de brita corrida ou por resíduo com solo misturado. As principais vantagens são a reduzida utilização de tecnologias e baixo valor processual; utiliza-se os elementos minerais do entulho tais como: pedras, argamassa, areia, cerâmicas e tijolos; utilização maior de produção de entulho: formas de acabamento e estrutura de concreto na construção de alvenaria.

Para Silvério (2013) a questão de reutilização dos materiais de construção, é algo novo, pode-se levar tempo para que haja maior aceitação nas atividades de construção civil. Entretanto, é imprescindível a confirmação no processo de diminuição de entulhos em locais adequados e no meio ambiente.

O emprego de materiais de construção civil no município de Belo Horizonte em sub-bases e bases de pavimento é realizado a partir do ano de 1996 pela Prefeitura de Belo Horizonte. A experiência foi bem sucedida com a reutilização dos resíduos, sendo aplicado nas vias públicas da cidade onde se mensura o quantitativo de 136.840 toneladas já utilizados, totalizando 271 vias reconstruídas e implantadas, aproximadamente 400 km de vias pavimentadas (LEVY, 2017).

Demonstra-se nas figuras abaixo os locais em que houve a construção de calçadas e pavimentação de ruas na cidade de Belo Horizonte – MG, cuja natureza projecional foi bem aceita pela população, servindo de base para as outras projeções.

Figura 2 – Emprego de agregados reciclados de RCC no município de Belo Horizonte



Fonte: Levy, 2017

A figura 2 apresenta calçada construída com reciclagem de resíduos de construção civil.

Figura 3 – Usina de reciclagem de RCC



Fonte: Lucca, 2017

A figura 3 demonstra o local onde são realizados a reciclagem dos materiais coletados de Resíduos de Construção Civil.

Figura 4 – Equipamentos e Materiais utilizados de RCC



Fonte: Oliveira, 2017

A figura 4 apresenta rua sendo aterrada com resíduos de construção civil, onde, observa-se que é realizado a compactação e nivelamento da via.

Figura 5 – Via pavimentada



Fonte: Lucca, 2017

A figura 5 demonstra a via Mario Wernek, localizada no município de Belo Horizonte – MG, já pavimentada com aproveitamento de RCC.

Pinto (2013) cita que depois de alguns meses as reaberturas de bases construídas com materiais de construção civil apresentaram-se consolidadas. Entretanto, nos agregados e bases naturais, houve travamento mecânico em meio as desagregação e partículas decorrentes de reabertura.

Em outra situação, no Estado de Minas Gerais, construiu-se pista experimental com utilização de agregados residuais da construção civil. Foi misturado junto aos agregados reciclados solo argiloso nas camadas de sub-base e base (LEVY, 2017).

Mendes et al. (2014) cita que a mensuração da pista experimental é de 100m de comprimento, sendo que 50 m. foi utilizado resíduo agregado. Ao término da construção a área construída foi liberada para tráfego sobre ela.

Conforme Oliveira (2017) após um prazo de 2 anos e 9 meses, não foram encontrados defeito algum na pista construída, afirmando-se assim a perfeita utilização da construção com resíduos reciclados e reutilizados da construção civil com eficiência e eficácia.

Portanto, o município de Belo Horizonte foi pioneiro na utilização de resíduos de construção civil reciclado, corroborando com a redução de custos públicos e contribuindo para a manutenção do meio ambiente.

O estudo está direcionado ao município de Belo Horizonte - MG, que desde 1996 a 2001 utilizam materiais reciclado de obras e, realizam construção de calçadas,

aterros, pavimentação de vias assim como, construção de uma usina de reciclagem de RCCs (LIMA, 2020).

De acordo com Levy (2017) existem unidades recicladoras no município de Belo Horizonte, localizados no bairro da Pampulha e Estoril assim como, às margens da BR 040, km 531.

Nesse contexto afirma-se a predominância de que o município de Belo Horizonte tem sólidos conhecimentos nesse seguimento de RCC, e assim, utilizando para a construção de pavimentação e outras obras.

Demonstra-se na figura 6 demonstra a compactação do terreno assim como o nivelamento utilizando-se materiais reciclados, que receberão os Resíduos sólidos para pavimentação do local em epígrafe.

Figura 6 – Utilização de Resíduos como reforço de base



Fonte: Lucca, 2017.

Foi executada uma camada com cerca de 20 cm de 73 agregado reciclado de concreto. Foram utilizados ao todo 7,0 m³ de material classificado com “Brita Graduada Reciclada de Concreto” (LIMA, 2020).

Figura 7 – Utilização de Resíduos de Construção Civil como base de complemento de pavimento



Fonte: Lucca, 2017

A figura apresenta na imagem a evolução da pavimentação utilizando-se material compactado logo após aplicação. Nota-se a evolução na aceitação do material que entenderam as particularidades do material, como sensibilidade à umidade e compactação adequada. E assim, estar em consonância com o meio ambiente.

Preparação:

Os materiais como argamassas foi preparada e o corpo de prova moldado, com a preparação feita de acordo com a definição de traços, desenvolvidos na seguinte proporção: para gerar as amostras utilizou-se quantidade de agregados suficientes, sendo quantificados, seco e peneirados. Em sequência foi colocado na betoneira para realizar a homogeneização e em seguida receber o cimento na quantidade certa. Sendo continuamente homogeneizado. Adicionando-se água na quantidade determinada. Em seguida procedeu-se o tempo de mistura até a obtenção da formula desejada da homogeneização (OLIVEIRA, 2017).

A caracterização foi desenvolvida conforme o molde do corpo de prova, usando-se os aspectos prismáticos e cilíndricos de dimensão padrão. Nos moldes foram despejadas a argamassa, sendo desmoldadas e adensadas após 24h. O período de 28 dias em câmara úmida foi o tempo do corpo de prova ensaiado (LIMA, 2020).

Os seguintes ensaios fizeram parte do corpo de prova: massa unitária, absorção de água, distribuição granulométricas e índice de vazios.

De acordo com Lucca (2017) foi realizado a pesagem com balança de precisão, no total de 40 kg, sendo as quantidades maiores em balança para sacaria pesada, de 300 kg a capacidade e 50g de precisão.

Os resultados ficaram assim:

- a) - a relação água/cimento na argamassa atingiu valor máximo para o traço "L" da amostra MV2 e foi mínima para o mesmo traço "L" com agregado natural RMP;
- b) - no teste de consistência, o valor máximo (12 cm) foi obtido para o traço "L" da amostra PB1, enquanto a amostra MV2 com traço "L", acusou o valor mínimo;
- c) - o concreto fresco com maior massa (peso) específico correspondeu à amostra VP I, traço "B" e as amostras PB 1- B e BM2-B acusaram valores mínimos.
- d) - na resistência à flexão, a amostra BM2-L foi a mais resistente, enquanto a amostra MV2-B apresentou a menor resistência dentre as ensaiadas nos traços escolhidos.

A amostra RMP (traço L), que registrou o máximo valor de resistência à compressão, também mostrou a maior massa específica, menor índice de vazios, menor absorção de água e utilizou a menor relação água/cimento. Porém seus valores de resistência à tração e flexão ficaram na média dos valores obtidos pelas amostras de entulho.

A amostra de resíduos, após a moagem e com traço de lajota (MV2-L) foi a que utilizou a maior relação água/cimento e apresentou a maior consistência dentre as amostras de traço (L). ao mesmo tempo foi a amostra que apresentou o maior índice de vazios e a maior absorção de água. Mesmo assim, a resistência a compressão desta amostra ficou em média de 74% da máxima resistência à compressão dentre todas as amostras ensaiadas. Os demais valores de resistência não ficaram muito defasados. Porém o traço B (Blockrets) da amostra MV2 apontou os menores valores de resistência a tração e flexão dentre as amostras de entulho, entretanto não muito distintas destes.

É importante destacar que tanto a resistência à tração quanto a resistência a flexão das amostras de entulho VP1-B e BM2-L, respectivamente, superaram da amostra RMP (traço L), constituída de agregados primários. A amostra VP-1 foi também a que registrou a maior massa específica de concreto fresco.

Os aspectos particulares dos agregados primários, constituintes as pastas de concreto, reflete-se nos resultados de maior massa específica, menor índice de vazios, menor absorção de água. Essas características são comprovadas pelo maior

peso específico e mínima absorção de água pelos grãos de agregado primário (LIMA, 2020).

Esta característica também confere aos elementos de concreto feitos com este material uma maior rigidez, entretanto, não muito diferente do valor mais aproximado obtido para resíduos, atestado pela resistência à compressão. Em contrapartida, os mesmos aspectos conferem ao entulho uma resistência à flexão e tração inferior ao da "melhor" amostra de resíduo (CABRAL, 2019).

Até os estágios finais aparentemente de cura dos corpos de prova ocorrem modificações que irão gerar as resistências medidas. Portanto, é imprescindível registrar que os parâmetros de resistência à flexão e tração dos agregados feitos de entulho não são muito distintos entre si e comparativamente ao dos concretos com agregado primário, podendo inclusive superar estes últimos. Assim que os parâmetros de resistência à compressão podem chegar a ser compatíveis com os do concreto de brita convencional (LUCCA, 2017).

Verificou-se que todos os corpos rígidos se comportam melhor sob efeito compressivo, independente da natureza do agregado. Entretanto, a maior plasticidade normalmente encontrada nos entulhos, quer por sua incorporação por absorção de água, quer por sua constituição e deformação durante o processo, conferem a estes melhores comportamento sob esforços de flexão e tração (LIMA, 2020).

Nesse Contexto, verifica-se na tabela 2 que todos os dados de "slump" referentes aos traços L estão com uma interrogação (?). Portanto, o que ocorreu é que para o traço utilizado, todas as amostras obtidas apresentaram elevada coesão, sem qualquer abatimento do tronco de cone. Como consequência, a razão água/cimento e a massa específica do concreto fresco se manteve igualmente baixa para todas amostras com traço B à exceção da amostra MV2 em que as características intrínsecas dos grãos (já abordada no item anterior) registrou uma massa específica maior do que as das demais amostras B.

Além dos fatores traço e composição, no caso particular dos entulhos, observou-se que o processo de preparação dos agregados também tem influência na definição de características que irão conferir resistência aos esforços aplicados. Assim sendo as amostras de agregado de demolição e construção ("vermelha" e "branca") objeto de moagem e posterior peneiramento (BM2 e MY2) registraram as maiores resistências aos esforços aplicados em corpos de prova com traço L (CP-LAJOT A).

Por outro lado, para os traços destinados à confecção de blockrets (CP-BLOCOS), os resultados de resistência mais favoráveis foram, em média, aqueles derivados de amostras oriundas de agregados provenientes unicamente do peneiramento de entulhos (VPI e PBI) (LIMA, 2020).

Outro fator preponderante observado se deve à taxa de desperdício de materiais conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de desperdícios encontrados pelo estudo realizado por Lima (2020).

Materiais	Taxa de desperdício (%)		
	Média	Mínimo	Máximo
Concreto usinado	9%	2%	23%
Aço	11%	4%	16%
Blocos e Tijolos	13%	3%	48%
Placas Cerâmicas	14%	2%	50%
Revestimento têxtil	14%	14%	14%
Eletrodutos	15%	13%	18%
Tubos para sistemas prediais	15%	8%	56%
Tintas	17%	8%	24%
Condutores	27%	14%	35%
Gesso	30%	14%	120%

Fonte: Lima, 2020.

A Tabela 3 discorre sobre a variabilidade alta de índice de desperdícios nos canteiros de obras, podendo existir índice de desperdício no caso do concreto, variando de 2 a 28%. Essa razão se deve as variações empregadas no nível de tecnologia desenvolvidos pelas construtoras, cuja atividade vai desde o processo de quase artesanais à tecnologia construtiva, por analogia a linha de montagem. Nessa linha, é notório que os RCCs são formados por uma variante reciclável (BARRETO, 2015).

A redução do nível de perdas de material é consideravelmente desejada em virtude econômica e ambiental. Realizando-se assim, redução de consumo dos recursos naturais e benefício econômico.

De acordo com Cabral (2019) destaca-se abaixo sugestões para diminuir a ocorrência de perdas no canteiro de obras:

- Acondicionar blocos de concreto ou cerâmicos e telhas formando pilhas com quantidades idênticas sobre os paletes evitando-se a quebra e facilitando o transporte;
- Produção de argamassa em quantidade suficiente para o dia de serviço determinado para o dia;
- Transportar saco ou bloco de cimento em veículo adequado, com a finalidade de diminuir o risco de rompimento dos sacos e quebra dos blocos;
- Armazenar os sacos de cimento em lugar arejado e protegido de chuva e sol sobre estrado de madeira medindo 30cm de altura e com distância de 30cm da parede;
- Dependendo do tempo em que ficarão armazenados a quantidade de sacos a serem empilhados, deve-se proceder da seguinte forma: 10 sacos se o período de armazenamento for superior a 10 dias, e, 15 sacos se o tempo de armazenamento for inferior a 10 dias;
- Evitar cortes de placas cerâmicas, sempre que possível. Para isso, o uso de projetos é essencial com a coordenação modular;
- O layout da central de concreto deve ser definido previamente de forma a diminuir o itinerário percorrido pelo trabalhador dos materiais até a betoneira.
- Imprescindível manter o canteiro de obras organizado e limpo, pois, o operário se sentirá influenciado a ter mais responsabilidade no manuseio dos materiais, além de diminuir a incidência de acidentes de trabalho.

Nessa linha de raciocínio, atribui-se uma total condição laboral para a redução do desperdício de materiais e a realização de recolhimento dos resíduos de construção civil de forma organizada.

O grande consumo de recursos naturais não renováveis no meio construtivo, influencia negativamente no progresso sustentável que tenta se estabelecer no contexto social atual. Só no Brasil, no ano de 2016, foi estimada geração de 78 milhões de toneladas de resíduo sólido. Enquanto a produção de resíduos de construção civil atinge mais da metade deste total. Nos grandes centros urbanos são produzidas toneladas de resíduos de construção civil por dia, em tempo, parte significativa destes resíduos não têm destinação adequada, o que gera inúmeros problemas sociais, ambientais e econômicos (LIMA, 2020).

Como resultado desta conduta, frequentemente ocorrem fenômenos como assoreamento de córregos, enchentes, poluição visual, inconvenientes no deslocamento urbano, proliferação de doenças e despesas dispensáveis de verba pública. A introdução do sistema de reutilização e reciclagem de RCC não é novidade no meio acadêmico, muito já foi discutido, mais ainda há muito a estudar (BARRETO, 2015).

Portanto, a reutilização dos resíduos da construção civil foi de grande relevância e com resultados satisfatórios na sua inserção, sendo essencial para a edificação sustentável.

Baseados na comparação de custo com o material de RCD (custo do material em si e o seu transporte da usina ao canteiro de obras), foram utilizados materiais provenientes de jazidas naturais (SANTOS; ARAÚJO; AYRES, 2019).

QUADRO 1 – Demonstrativo de custos

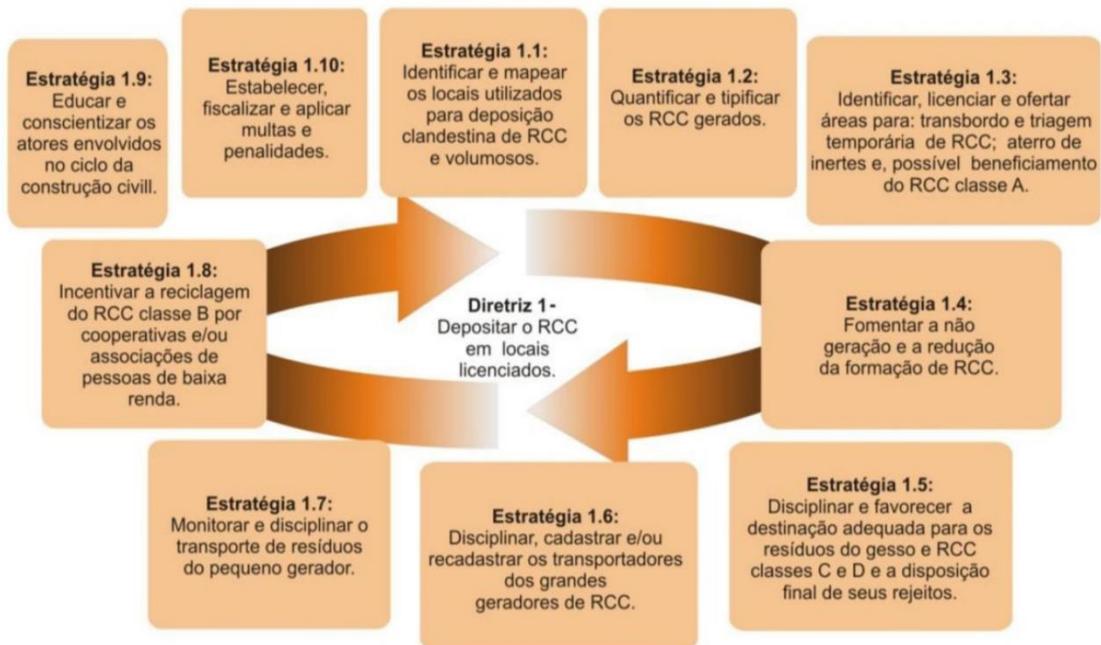
Custos Unitários de Serviços				
Local	Material	Tabela	Unid.	Custo
Jazida Natural	Base em brita graduada simples (BGS)	SEINF	m ³	R\$ 81,33
		SINAPI	m ³	R\$ 83,42
		SEINFRA	m ³	R\$ 83,25
	Base em solo brita com 50% de brita	SEINF	m ³	R\$ 94,78
		SEINFRA	m ³	R\$ 57,66

Fonte: ABRELPE, 2019.

O quadro 1 apresentar o demonstrativo de custos dos materiais de brita graduada simples que serão utilizadas na pavimentação e outros projetos que utilização o RCC.

Desse modo, como o modelo definido na pesquisa reúne e estrutura boas práticas dos municípios estudados juntamente com as determinações da legislação vigente e com os anseios de pesquisadores e atores da situação estudada, espera-se ajudar os municípios brasileiros na incorporação de melhorias graduais e consistentes na gestão dos RCCs, auxiliando também os gestores na visualização de cenários futuros. O quadro 2 apresenta o comparativo estratégico de RCC

Figura 8 – Comparativo estratégico de RCC



Fonte: ABRELPE, 2019.

Portanto, a figura 8 apresenta a rotatividade estratégica comparativa da utilização de RCC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de pesquisa de aplicação de agregados não convencionais para uso em concreto, em que está inserida o concreto com agregado reciclado, tem muita possibilidade de progredir. Ainda há muito a ser explorado nesta direção, enquanto seu mercado tende a crescer, considerando sua eficiência em determinadas ocasiões. Além da já definida utilização em camadas de base e sub-base de processos de pavimentação.

Consumir agregados provenientes de reciclagem de resíduos de construção civil tem vantagens quanto a preservação de matérias primas, redução de custos com transporte, redução nos impactos ambientais. Segundo diversos autores a reciclagem de RCC é economicamente viável e rentável, contudo, os problemas enfrentados para que esta atividade passe a ser considerada em preferência ao meio convencionais de construção passam pela instalação da cultura sustentável

Portanto, os benefícios da pesquisa estão enquadrados na possibilidade de uma nova visão em relação ao diagnóstico e pesquisa, frente aos fatores existentes, como também suscitará oportunidade de reflexão e tomada de decisão diante da percepção de situação no atendimento e procedimentos para o coletivo. Servir como fonte de referência para outros pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2004. **Resíduos sólidos** – Classificação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114:2004. **Resíduos sólidos da construção civil** – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115:2004. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116:2004. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

____. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 6954**: Lastro Padrão: determinação da forma do material. Rio de Janeiro, 1989.

BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: 2015. 28p. Disponível em <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1093/1/Gerenciamento%20de%20res%C3%ADduos%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil.pdf>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

BRASIL. Decreto n o 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, que **institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm Acesso em: 05 abr. 2022.

BRITO FILHO, J.A. Cidades versus entulhos. In: **SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2., 2019. São Paulo. Anais. São Paulo: Editora Ibracon, p. 56-67

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra, MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. Fortaleza, ago. 2019. Disponível em http://www.pec.ufc.br/images/Dissertacoesdefendidas/Texto_dissertao_corrigido_completo_Kelvya.pdf. Acesso em 02 de set. 2022.

CARNEIRO, A. P., BURGOS, P. C., ALBERTE, E. P. V. **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA / Caixa Econômica Federal, 2011. p.190-227.

CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Disponível em <http://www.cbcs.org.br/website/>. Acesso em 05 de jun. de 2022.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 307 de 5 de julho de 2002. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=10889>. Acesso em 16 de abr. 2022.

CONAMA, C. N. (05 de Julho de 2002). Resolução CONAMA 306. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Brasília, DF, Brasil. Disponível em https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54364.pdf. Acesso em 21 jun. 2022.

HENDRICKS, F., JANSSEN, G. M. T. **Reuse of construction and demolition waste in the Netherlands for road constructions**. Heron, v.46, n.2, p.109-117, 2011. Disponível em <https://bdtcc.unipe.edu.br/wp-content/uploads/2019/01/REAPROVEITAMENTO-DE-RES%C3%84DUOS-DE-CONSTRU%C3%87%C3%83O-E-DEMOLI%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em 04 jun. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html>. Acesso em 06 de jun. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (Acesso em 27 de junho de 2021). <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=530010>. Acesso em 06 de jun. de 2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2019. Disponível em https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15440. Acesso em 06 de jun. 2022.

JOHN, V.J.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 2019.

LEVY, S.M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil, para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos**. 2017. 145f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. b site <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf> , acessado em 15 de outubro de 2021.

LIMA, Rosimeire Suzuki, LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. CREA – PR. Paraná. 2012. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34349/MATOS%2C%20CRISTIANE%20MELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. acesso em 02 de set. 2022.

LUCCA, Paulo Vitor Avaliação do resíduo de construção e demolição produzido e tratado no município de Curitiba-PR e de seu uso como base de pavimentos urbanos / Paulo Vitor Lucca. – Curitiba, 2017. 149 f. : il. color. ; 30 cm. Disponível em <https://www.prppg.ufpr.br/signa/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=37702&idprograma=40001016057P5&anobase=2017&idtc=24>. Acesso em 06 de jun. 2022.

MOTA, J. A DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM MANAUS: DO CANTEIRO DE OBRAS AO DESTINO FINAL. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional e Processos Construtivos e Saneamento Urbano) – Instituto de Tecnologia, Universidade federal do Pará, Pará, 2014. Disponível em: <<https://www.ppcs.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2014/jeane.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2021.

MULDER, E., TAKO P.R. DE JONG & FEENSTRA, L. 2007. **Closed Cycle Construction: An integrated process for the separation and reuse of C&D waste**. Waste Management, Vol. 27, p. 1408–1415.

M. NETO, J. C. M. Gestão dos Resíduos de Construção Civil no Brasil. São Carlos: Rima, 2019. Disponível em <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n45/Pag.21-36.pdf>. Acesso em 06 jun. 2022.

OLIVEIRA, João Carlos de. Indicadores de potencialidades e desempenho de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil em pavimentos flexíveis. 2007. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2705/1/2007_JoaoCarlosdeOliveira.pdf>. Acesso em: 02 out. 2021.

OLIVEIRA, Camila de; GASPARG, Geisla Aparecida Maia Gomes. Gestão de resíduos de construção e demolição: Um estudo no município de Três Pontas-MG. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1389>. Acesso em: 12 de setembro de 2020.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/396107494/Gest-Resi-Duos-Solid-Os>>. Acesso em: 08 out. 2021. Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil. Domtotal, 2018. Disponível em: . Acesso em: 01 nov. 2021.

RIBEIRO, M. d. (2017.). Contabilidade ambiental. São Paulo: Saraiva. Disponível em https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54364.pdf. Acesso em 01 jun. de 2022.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 130p. Teses (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SOUSA, SAMUEL RUSSI; SANTOS, ANTÔNIO ZEFERINO DOS. **Aproveitamento de Resíduos da Construção Civil na Produção de Concretos para Uso em Pavimentação de Ciclovias** [Distrito Federal] 2016. xii, 79 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2016) Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Disponível em: [file:///C:/Users/Oswald/Downloads/2016_AntonioZeferino_SamuelRussiSousa_tcc%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Oswald/Downloads/2016_AntonioZeferino_SamuelRussiSousa_tcc%20(1).pdf). Acesso em: 12 de setembro de 2021.

TRICHÊS, G., KRYCKYJ, P. R. **Aproveitamento de entulho da construção civil na pavimentação urbana**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 4., São José dos Campos, 1999. Anais. São Paulo: ABMS, 1999. p.259-265.



unifaema

Biblioteca
Júlio Bordignon**RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO****DISCENTE:** Osvaldo Archanjo Filho**CURSO:** Engenharia Civil**DATA DE ANÁLISE:** 27.10.2022**RESULTADO DA ANÁLISE****Estatísticas**Suspeitas na Internet: **4,31%**Percentual do texto com expressões localizadas na internet Suspeitas confirmadas: **2,94%**Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados Texto analisado: **92,71%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detetor de Plágio 2.8.5
quinta-feira, 27 de outubro de 2022 12:38**PARECER FINAL**

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **OSVALDO ARCHANJO FILHO**, n. de matrícula **23656**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com percentagem conferida em 4,31%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)

HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**Bibliotecária CRB 1114/11**

Biblioteca Central Júlio Bordignon

Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA