



CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENEU
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Hércules Nonato Correia da Silva

José Diego Sérgio Barros

Ravena Sousa da Silva

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM
FORTALEZA-CE**
*(WASTE MANAGEMENT FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION IN FORTALEZA-
CE)*

Fortaleza
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586r Silva, Hércules Nonato da.

Gerenciamento de resíduos da construção e demolição em Fortaleza - Ce. / Hércules Nonato Correia da Silva, José Diego Sérgio Barros, Ravena Sousa da Silva. – Fortaleza : 2022.

17 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso de (Graduação) – Centro Universitário Ateneu. Curso de Engenharia Civil. Fortaleza, 2022.

Orientação: Antônio Ricardo Mendes Barros.

1. Construção Civil. 2. RCD 3. Resíduos sólidos. I. Barros, José Diego Sérgio. II. Silva, Ravena Sousa da. III. Barros, Antônio Ricardo Mendes. IV. Título.

CDU 624.4
CDD 628.4

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM FORTALEZA-CE

(WASTE MANAGEMENT FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION IN FORTALEZA-CE)

Hércules Nonato Correia da Silva¹

José Diego Sérgio Barros²

Ravena Sousa da Silva³

Antônio Ricardo Mendes Barros (Orientador)⁴

RESUMO

Os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) são gerados nas atividades de construção, reforma ou demolição e constituídos por um conjunto de materiais, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso, entre outros. Esta revisão bibliográfica foi desenvolvida ante às questões dos RCD nas obras, fornecendo subsídios para entender as condições e a que passos a gestão dos RCD avança no gerenciamento de obras no Brasil. Identificou-se que as causas não estão relacionadas apenas à falta ou qualidade das normativas, mas, sim, ao desconhecimento, despreparo e/ou negligência do gestor público ou da iniciativa privada que não vê no RCD uma solução socioeconômica e ambiental viável.

Palavras-chave: Resíduos da construção. Gestão dos RCD. RCD.

ABSTRACT

Construction and Demolition Waste (RCD) is generated in construction, renovation or demolition activities and consists of a set of materials, such as: bricks, ceramic blocks, concrete in general, wood and plywood, mortar, plaster, among others. This bibliographic review was developed in light of the RCD issues in the works, providing subsidies to understand the conditions and at what steps the RCD management advances in the management of works in Brazil. It was identified that the causes are not only related to the lack or quality of regulations, but to the lack of knowledge, unpreparedness and/or negligence of the public manager or the private initiative that does not see in the RCD a viable socioeconomic and environmental solution.

Keywords: Construction waste. RCD management. RCD.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: 2015hercules@gmail.com

² Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: ravenasousasilva@gmail.com

³ Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: diegosergio934@gmail.com

⁴ Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. E-mail: antonio.barros@professor.uniateneu.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O mundo vem se desenvolvendo de forma rápida e contínua, e a construção civil vem acompanhando o seu crescimento. Com isso, surgem alguns problemas, sendo um dos maiores a geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), que aumenta de forma proporcional a esse setor. É importante frisar que, com o passar do tempo, essa situação está lentamente sofrendo uma mudança devido ao aumento da concorrência, a recessão econômica, a globalização, a necessidade de redução de custos e a exigência de certificação da qualidade por parte de órgãos e empresas governamentais para participação em licitações, proporcionando mudanças no comportamento das empresas para se adequarem ao mercado (EUPHROSINO *et al.*, 2022).

Dessa forma, a indústria da construção vem explorando e desenvolvendo abordagens, mesmo que incipientes, para minimizar a geração de resíduos ao longo das etapas do ciclo de vida do projeto, incluindo projetos de construção sustentável que observem a redução do desperdício já no processo de elaboração (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

No panorama nacional, em 2020, foram coletadas, pelos municípios, cerca de 47 milhões de toneladas de RCD, o que representa um crescimento de 5,5% em relação ao ano anterior. Com isso, a quantidade coletada foi de 221,2 kg por habitante/ano. A região Sudeste se destaca no total de RCD coletado, por volta de 52% de participação no total coletado do país, registrando, aproximadamente, 24,5 milhões de toneladas coletadas em um ano; em seguida está a região Nordeste, com 19,15% de participação no total coletado do país, registrando, aproximadamente, 9,04 milhões de toneladas em um ano. Por outro lado, a região que se destaca em termos de coleta per capita é a Centro-Oeste, com quase 319 kg de RCD por habitante/ano (ABRELPE, 2021).

O gerenciamento adequado dos resíduos é de suma importância, já que se pode reciclar e reaproveitar boa parte do resíduo gerado na construção ou demolição, diminuindo a necessidade de se utilizar recursos naturais na construção civil. A utilização dos recursos naturais como matéria-prima e a geração de resíduos na construção civil resulta no agravamento de impactos ambientais que degradam a qualidade de vida do meio ambiente e, conseqüentemente, da qualidade de vida do homem que está ali inserido (COELHO *et al.*, 2018).

O gerenciamento do RCD deve ser realizado antes mesmo da geração, organizando o canteiro de obras seguindo as recomendações da Norma Regulamentadora (NR) 18, que trata

das condições e do meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Além disso, traz diretrizes para a ordem e a limpeza do canteiro de obras, o qual deve permanecer limpo e organizado de forma que não haja impedimento em vias de circulação e passagens, bem como cita que entulhos e sobras de materiais devem ser, regularmente, coletados e removidos e ainda é objetiva quanto à disposição inadequada de resíduos (DETONI; ANSCHAU, 2016). “É proibido manter resíduos orgânicos acumulados ou expostos em locais inadequados do canteiro de obras, assim como a sua queima” (BRASIL, 2020, s. p.).

Sendo um dos principais geradores de resíduos, a construção civil é também o setor com maior potencial para absorver os resíduos sólidos realizando a reciclagem e a reutilização desses resíduos (LEAL, 2021), tendo algumas de suas possíveis formas de reutilização como a produção de agregados para argamassa, aterro na própria obra e insumo na indústria de cimento ou até mesmo para utilização de agregados como base e sub-base de pavimentação (QUEIROZ *et al*, 2020; SCHNEIDER, 2003; SERINOLLI, 2021). Diversas formas de aplicação dos RCD têm sido tema de estudo de diferentes autores, buscando viabilidade para suas aplicações. Dessa forma, são verificadas diversas alternativas, incluindo seu uso na pavimentação de vias, especificamente nas camadas de base e sub-base de pavimentos, além de coberturas primárias de vias, como no estudo de Queiroz *et al*. (2020), o qual avaliou a utilização de RCD para aplicação em base e sub-base de pavimentos.

Com base nas análises acima e conforme as bibliografias estudadas quanto ao gerenciamento de RCD, é notória a relevância do tema. Dessa forma, o trabalho tem objetivo de avaliar a estrutura legislativa, possibilidades de reutilização e reciclagem desse tipo de resíduos e discutir os avanços estabelecidos da gestão dos RCD na cidade de Fortaleza-CE.

2 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma revisão da literatura com abordagem qualitativa sobre a geração de resíduos, a legislação vigente sobre o tema e algumas possibilidades de reciclagem e reutilização de resíduos da construção civil no Brasil. Os procedimentos de pesquisa bibliográfica foram adotados de modo a colher informações de publicações, como documentos legais, artigos científicos e outras produções de cunho científico.

Foi realizado um levantamento dos documentos legislativos e normativos sobre os resíduos da construção civil vigentes em nosso país, com o objetivo de organizar uma discussão conceitual e classificatória dos resíduos da construção civil.

Para realização da pesquisa de artigos científicos, foram utilizados, como bases de dados, o Periódico CAPES e o SCIELO. As palavras-chave utilizadas foram: “Resíduos sólidos da construção civil”, “Geração de resíduos sólidos na construção civil”, “Reciclagem de resíduos sólidos na construção civil”, “RCD em Fortaleza”, “SEUMA” e “Reutilização de resíduos sólidos na construção civil”.

Em relação aos aspectos dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos, foram considerados como meio de inclusão os estudos acadêmicos dos últimos cinco anos (2017 - 2022) e na língua portuguesa. Em contrapartida, foram, consequentemente, excluídos os artigos não encontrados na íntegra e/ou não disponíveis on-line. A análise crítica e a síntese dos resultados foram realizadas de forma qualitativa, com uma discussão abrangente sobre o tema discutido. Para isso, ao colocar as palavras-chave na busca, foram encontrados um número de 161 artigos e, após os filtros, ficaram 74 artigos.

3 CONCEITUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO RCD

Com o alto índice de geração de Resíduos Sólidos, diversos programas governamentais e leis ajudam os diversos segmentos da sociedade civil a acompanhar esses resíduos gerados, desde a sua redução até a disposição final. A Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no art.3, XVI, tem definido os resíduos sólidos:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010, s. p.).

A PNRS deixa clara a complexidade e a pluralidade que são os resíduos sólidos. No seu Art. 9º, a PNRS preconiza que, na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte hierarquia: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, s. p.).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT-NBR 10.004/04, no item três, tem definido os resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos, nessa definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Na mesma Norma – ABNT 10004/04, Resíduos Sólidos são classificados em:

Classe I (perigosos): são aqueles que apresentam periculosidade, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, ou com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Classe II-A (não inerentes): são aqueles que podem ter prioridades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Classe II-B (inerentes): todo resíduo que, quando amostrado de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007/4 (Amostragem de Resíduos), e submetidos a teste de solubilização, segundo a norma NBR 10.006/4 (Solubilização de Resíduos), e não tiver nenhum de seus constituintes solubilizados às concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. (ABNT, 2004, s. p.).

Frente a essa variedade de resíduos, a indústria da construção civil gera resíduos tanto no processo de fabricação dos materiais, como durante a execução da obra, seja para construção, manutenção ou modernização, tal como no processo de demolição. Diante desse cenário, conhecer as classificações dos resíduos gerados se faz de suma relevância para que seja dada uma correta destinação aos RCD, diminuindo o impacto que a construção civil causa ao meio ambiente (MATUTI; SANTANA, 2019).

A gestão desses resíduos no Brasil é regulamentada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em acordo com órgãos estaduais e municipais. A Resolução do CONAMA, nº 307/2002, estabelece diretrizes e critérios para a gestão dos resíduos da construção civil. Tem como finalidade a não geração de resíduos e, como objetivos secundários, a redução, reutilização, reciclagem e disposição final (CONAMA, 2002). No seu Art. 2º, o CONAMA define o RCD:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos,

tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamado de entulho de obras, calça ou metralha.

A Figura 1 apresenta a classificação dos RCD, discriminando a origem, tipo de resíduos e destinação de acordo com Resolução CONAMA 307 (2002).

Figura 1: Classificação dos RCD

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Origem	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Resíduos recicláveis com outras destinações	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção
Tipo de Resíduo				
Destinação	Reutilizados ou reciclados ou aterro de resíduos da Construção Civil	Reutilizados ou reciclados ou área de armazenamento temporária	Armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas	Armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: Adaptado de Conama 307 (2002)

4 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DOS CANTEIROS DE OBRAS COM GERENCIAMENTO DOS RCD

A organização, o planejamento e a execução do canteiro de obras devem ser feitos de acordo com algumas normas estabelecidas que visem a garantir a ocorrência mais produtiva e qualificada possível na área de construção. Dentre elas, a norma regulamentadora número 18, (NR-18) – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, e a norma brasileira NBR-12284 – Áreas de vivência em canteiros de obras. Todas de suma importância para o bom funcionamento de uma obra (BRASIL, 2020; ABNT, 1991).

O canteiro de obras pode ser entendido pela NR-18 como: “Área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra” (BRASIL, 2020, s. p.). Já a NBR-12284 define canteiro de obras como: “áreas destinadas à execução e apoio dos

trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência” (ABNT, 1991).

As duas normas têm como objetivo principal fornecer condições mínimas de trabalho aos funcionários no canteiro de obras, seja ela fixa ou temporária, visando sempre ao bem-estar, saúde e organização do meio ambiente de trabalho no canteiro de obras. A diferença entre elas é pelo fato de a NBR-12284 focar na organização das áreas de vivência; e a NR-18, na administração e controle geral do canteiro de obras, visando à segurança e produtividade. Essas normas são de extrema importância para o gerenciamento de resíduos, pois, tendo um canteiro de obras organizado, evita desperdícios e aumenta as chances de fazer uma destinação correta dos resíduos gerados na obra, devido à organização do canteiro que será possível realizar o dimensionamento de um local para separação e possível reutilização e reciclagem dos resíduos que serão gerados (BRASIL, 2020; ABNT, 1991).

Para a identificação das fontes que geram resíduos existentes nas atividades executadas nos canteiros de obras, é necessária a análise do processo construtivo. Dessa forma, surgem oportunidades para a utilização de inovações tecnológicas que venham a melhorar a qualidade da obra e facilitar o trabalho, disseminando, assim, ideias que colaboram para a preservação do meio ambiente (JOHN, 2001).

Para Guimarães (2007), pode-se implantar a gestão dos resíduos no canteiro de obras, para se ter uma melhor condição de avaliar as quantidades, características e as etapas que têm maior periculosidade e índice de reaproveitamento, para então realizar o planejamento dos objetivos e metas que se buscam alcançar com aplicação eficaz e correta de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Com o desenvolvimento e a implantação de procedimentos para organizar e controlar as atividades que geram resíduos no interior dos canteiros de obras, é possível identificar os tipos e as quantidades de resíduos, definir parâmetros para viabilizar as pesquisas e fazer com que o reaproveitamento do RCD possa se tornar uma realidade com aplicação prática nos canteiros de obras brasileiros (LIMA, 1999).

Existe, em desenvolvimento, um sistema para padronizar a terminologia e codificar materiais e serviços da construção chamado CDCON (Desenvolvimento de Terminologia e Codificação de Materiais e Serviços para a Construção) (CDCON, 2003). Esse esforço é muito importante, pois se trata de uma iniciativa para a língua portuguesa proferida no Brasil e leva

em conta a cultura técnica do setor da construção civil no Brasil, que apresenta diversos aspectos diferentes daqueles praticados em outras partes do mundo.

É fundamental que se adotem parâmetros e processos relacionados à gestão de resíduos essencialmente nos canteiros de obras, locais esses responsáveis pela geração dos resíduos. O manejo correto dos resíduos, aliado à sua destinação adequada nos canteiros, compõe um conjunto de ações, as quais, quando são executadas amplamente por empresas do setor, promovem a minimização dos impactos ambientais e contribuem para evitar a necessidade de soluções emergenciais (LORDÉLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2006).

O PGRCC (Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil) trata das atividades que deverão ser aplicadas dentro dos canteiros de obras, associadas diretamente com a geração e o manuseio dos resíduos, sendo a sua elaboração e efetuação de responsabilidade dos grandes geradores de resíduos. O PGRCC deve ser apresentado, juntamente ao projeto do empreendimento e ao órgão competente do poder público municipal, para análise e posterior aprovação (CONAMA, 2002).

De acordo com o Artigo 9º da Resolução CONAMA 307, o PGRCC deverá contemplar cinco atividades distintas, as quais são a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos, tendo como objetivo estabelecer procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada (CONAMA, 2002).

A adesão do PGRCC, no canteiro de obras, traz resultados positivos para as empresas, como a redução dos custos de coleta, redução do desperdício (menor produção de resíduos), reaproveitamento dos resíduos dentro do próprio canteiro, redução dos riscos de acidentes de trabalho, limpeza e organização.

A decisão de implementação do PGRCC, no canteiro de obras, traz resultados positivos para as empresas. Pinto (2005) confirma, por meio de um estudo em onze construtoras da região metropolitana de São Paulo, que os principais aspectos positivos observados diante da implantação de um programa de gestão de resíduos foi a redução dos custos de coleta, menor geração de resíduos, reaproveitamento dos resíduos dentro da própria obra, limpeza, organização nos canteiros e redução dos riscos de acidente do trabalho.

Comparado com o estudo feito por Cruz, Dantas e Ramos (2019), o sistema de gerenciamento das obras das construtoras possui um déficit que representa um problema de grandes dimensões. A ausência de reutilização de resíduos na obra é consequência da falta de programas e conscientização sobre o desperdício, o que evidencia uma deficiência no sistema

de gerenciamento implementado na obra. A falta de um PGRCC ou uma má elaboração causa inúmeras falhas, desde separação, sinalização das caçambas estacionárias e acondicionamento adequado, resultando em resíduos que pouco poderão ser reutilizados ou reaproveitados.

5 REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RCD

Em linhas gerais, os RCD são gerados em três etapas distintas: na construção, na manutenção e na demolição. A indústria da construção civil destaca-se como uma grande geradora de resíduos, e a quantidade destes são diretamente proporcionais ao grau de desenvolvimento de uma cidade, ao resultado da maior atividade econômica e aos hábitos de consumo decorrentes, espaços para trabalho, moradia e lazer (MATUTI; SANTANA, 2019).

Os três principais tipos de materiais derivados da maioria do RCD são: concreto triturado, alvenaria triturada e resíduos mistos de demolição. Após esmagamento e beneficiamento em reciclagem, os agregados resultantes podem ser atribuídos a um dos quatro tipos, agregados de concreto reciclado, agregado de alvenaria reciclado, agregados reciclados mistos, agregados reciclados de construção e demolição (SERINOLLI, 2021).

O processo de reciclagem para se obter os agregados envolve a seleção dos materiais recicláveis e, em seguida, a trituração. Há materiais que são reutilizados para a mesma finalidade, como as madeiras de escoramento, portas, janelas, telhas etc. Existem também materiais que são reutilizados para propósitos diferentes, como é o caso das embalagens, tijolos quebrados, cerâmica e etc. (SERINOLLI, 2021).

A madeira utilizada nas construções, muitas vezes em muros de proteção e montagem de caixas, pode ser reciclada na construção de residências e móveis. O metal, um dos principais geradores de resíduos de uma construção, pode ser reciclado de várias formas, como em telhas metálicas, sapatas, pré-moldados ou em outra obra. Os restos de cerâmicas e pisos podem ser reutilizados em outros pisos, mosaicos com restos de cerâmicas de construções, em bordas de espelhos, escada e até mesmo no próprio piso (RIBEIRO *et al.*, 2016).

As principais vantagens da reciclagem são: os altos preços para deposição de resíduos em aterros tornam a reciclagem mais atrativa do ponto de vista financeiro para os geradores de resíduos; a reciclagem reduz o volume de extração de matérias-primas, minimizando os impactos gerados pela extração, a produção de materiais reciclados e a redução da poluição; a incorporação de resíduos permite a produção de materiais de melhor qualidade; a reciclagem

promove a redução de aterros e, conseqüentemente, a contaminação ambiental, problemas de saneamento público e custos sociais no gerenciamento de resíduos (MATUTI; SANTANA, 2019).

Com relação à aplicação de materiais reciclados dos RCD, Zordan (1997) apresenta os seguintes modos de utilização: em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em mistura de resíduos com solo, como agregado para o concreto a partir da substituição dos agregados convencionais (brita e areia); como agregado para a confecção de argamassa, ao ser processado nas argamasseiras, fazendo a moagem do entulho na própria obra, deixando a granulometria semelhante à da areia, podendo ser utilizado como agregado para a argamassa de assentamento e revestimento. Pode também ser dado outro uso para o concreto reciclado com agregado, como em cascalhamento de estrada, utilizado para preencher vazios em construções, em valas de instalações e reforço de aterros.

A maior parte dos resíduos reciclados é utilizada como material de aterro e como sub-base e base de estradas ou construção de espaços abertos. A reciclagem de RCD contribuiu para a ampliação da vida útil dos aterros, especialmente em grandes cidades, onde a construção civil é muito intensa e há escassez de aterros (SCHNEIDER, 2003).

Queiroz *et al.* (2020), por meio de sua pesquisa, buscou avaliar em diferentes porcentagens a utilização de RCD acrescentada ao pó de brita, para utilização como camadas granulares na composição da base e sub-base de pavimentos. Os teores avaliados foram de 20% e 30% de RCD e preencheram satisfatoriamente os requisitos estabelecidos pelo Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para pavimentos no Brasil. Os resultados indicam que a utilização de resíduos da construção em conjunto com o pó de brita constitui uma excelente alternativa ao emprego somente de materiais naturais nas camadas de base e sub-base dos pavimentos (ZOTTI, 2022).

A incorporação de RCD como agregados em concretos requer bom conhecimento das propriedades dos materiais envolvidos (FROTTE *et al.*, 2017). Segundo Zotti (2022), isso explica porque são realizados inúmeros trabalhos para avaliar as diferentes propriedades do concreto produzido a partir de agregados reciclados, indicando que estes podem ser usados como substituto de agregados naturais para produzir concreto, seja ele estrutural ou não estrutural, atendendo a todas as exigências necessárias para sua utilização.

6 GERENCIAMENTO DE RCD EM FORTALEZA

A gestão e o gerenciamento de RCD em Fortaleza é algo que vem se desenvolvendo de forma lenta, embora a capital cearense se caracterize por um grande centro urbano que produz rápidas transformações. Entretanto, algumas ações já despontam como alternativas de controle e regulação dos resíduos gerados pela construção civil. Para um efetivo desenvolvimento da atividade de gestão, é indispensável o compromisso dos envolvidos na indústria da construção civil, principalmente os geradores, transportadores, destinatário final e os órgãos fiscalizadores (RIOS, 2009).

Foi estabelecido pelo Manual do Plano de Gerenciamento de Resíduos da cidade de Fortaleza que os passos a serem realizados para a gestão correta dos resíduos são a segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte interno, transporte externo de resíduos, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada (FORTALEZA, 2022).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) é uma ferramenta que permite, aos profissionais cadastrados junto à Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (FORTALEZA, 2022), elaborar, de forma rápida e segura, uma estratégia para realizar a melhor gestão dos resíduos sólidos e suas modalidades, tendo como objetivo a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, apresentando as informações necessárias a sua aprovação sob sua responsabilidade, tendo obrigatoriedade a apresentação do PGRCC (FORTALEZA, 2022).

O PGRS de Fortaleza define o PGRCC como:

Documento destinado a pessoa, física ou jurídica, pública ou privada, responsável por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos provenientes de construções, reformas, reparos, demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, corte/poda de vegetação arbórea, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha, como especificado na Resolução Conama Nº 307 de 05 de julho de 2002.





O órgão competente que analisa e aprova o PGRCC de um empreendimento é a SEUMA. Além de informar o manejo e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos gerados, ele ainda quantifica e propõe medidas mitigadoras e metodologias para a reciclagem, tratamento ou reutilização dos RCD.

Em 2015, entrou em vigor a Lei Municipal nº 10.340, que altera a Lei nº 8408/99 a qual

estabelece normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade, ou de naturezas específicas, e dá outras providências (FORTALEZA, 2015). Um dos pontos de maior interesse do documento é a definição de que os grandes geradores são responsáveis pelo custeio dos serviços de segregação prévia, acondicionamento, transporte interno, armazenamento, coleta, transporte externo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos ou disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, nos termos da Lei Federal n. 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010).

Os principais resíduos gerados na cidade de Fortaleza são de classe A, como mostra a Figura 2, que apresenta uma estimativa do volume de resíduos gerados de RCD no período de 01 de outubro a 31 de outubro de 2020.

Figura 2: Geração de RCD em Fortaleza

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Tipo de Resíduo				
Volume	96.536 m ³	17.637m ³	4,00 m ³	4,00m ³

Fonte: Adaptado de Conama (2002) e Fortaleza (2020).

Como discutido anteriormente, os resíduos da classe A possuem grande potencial para reciclagem e reutilização, seja como agregado para argamassa, concreto ou argamassa de assentamento na própria obra, podendo ter economia não somente no despejo, mas também no custo final da obra se realizado o reaproveitamento ou reciclagem destes resíduos (MATUTI *et al.*, 2019; CONAMA, 2002; SEUMA,2020).

Lima e Junior (2019) analisou a gestão e o gerenciamento dos RCD e Fortaleza através da determinação de índices relativos à coleta pública e privada desse tipo de resíduo e

identificando as responsabilidades e desafios do poder público e de grandes gerados. O estudo dos autores a pontou índices de coleta de RCD em Fortaleza abaixo do índice verificado no Brasil e nas regiões brasileiras, inclusive a coleta particular desses materiais superava a coleta municipal. Outro ponto bastante relevante apontado por eles é que menos de 10% dos RCD são enviados para usinas de reciclagem.

7 CONCLUSÃO

Diante do levantamento bibliográfico, infere-se que a construção civil é um dos setores que mais geram resíduos sólidos, o que demanda uma preocupação diante dos impactos negativos provenientes da produção de materiais que são descartados no meio ambiente. Dessa forma, o estudo enfatizou o entendimento de que é indispensável adotar um planejamento adequado, para que, assim, seja possível evitar perdas de materiais e, conseqüentemente, prejuízos financeiros, bem como efeitos negativos no meio ambiente.

Em relação à legislação vigente sobre o tema, identificou-se que o nosso país apresenta parâmetros bem estabelecidos quando se fala em planejamento e gerenciamento de resíduos de construção civil. Esses resíduos devem ser adequadamente classificados e destinados corretamente, para atenuar os impactos ambientais da obra. Foi enfatizado que a gestão dos resíduos de construção deve ocorrer em etapas distintas, sendo reservada ao gerador a obrigação de identificar e quantificar os resíduos.

Ter um PGRCC ajuda a ter um controle no canteiro de obras desde a forma de armazenamento e disposição de materiais conforme sua classificação, até a forma de descarte dos resíduos gerados, para que não seja gerado ou que seja realizada a diminuição na geração do RCD, sendo possível fazer a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos gerados, diminuindo os custos das obras. Nessa esteira, o plano evitaria desperdícios proporcionando diversos benefícios às empresas e ao meio ambiente, refletindo diretamente na população devido a uma menor necessidade de matéria-prima, já que podemos reutilizar os resíduos gerados na construção de diversas formas.

Como restrição dessa pesquisa, as buscas se limitaram a fazer um levantamento da legislação e documentos acadêmicos no nosso país. Dessa forma, sugere-se a ampliação desse tipo de discussão para trabalhos futuros levando em consideração uma comparação entre as

normatizações internacionais e as formas de gerenciamento à luz das formas de reciclagem e reutilização em diversos países.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panoramas dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. [S. l.]: ABRELPE, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama>. Acesso em: 9 jun. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcre.siduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-1000-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12284**: Áreas de vivência em canteiros de obras – Procedimento; Rio de Janeiro, 1991.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 22 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 3. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **MTP NR-18**: Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 23 maio 2022.

CDCON. **Desenvolvimento de terminologia e codificação de materiais e serviços para construção**: relatório parcial. [S. l.: s. n.], 2003. 56 p.

COELHO, A. R. J. R; GONLÇAVES, B. B.; SALOMÃO, P. E. A.; COSTA, C, H. J. R; SILVA, I. G. Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 35-47, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560659017011>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF: CNMA, 2002.

CRUZ, M. D. S; DANTAS, G. C. B; RAMOS, S. O. Avaliação do sistema de gerenciamento de resíduos de construção civil em duas obras situadas em um município do interior potiguar. **Revista gestão & sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p.612-625, abr./jun. 2019. Disponível em:[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br /index.php/gestao_ambiental/article/view/5829/4455](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5829/4455). Acesso em: 15 jun. 2022.

DETONI, D.; ANSCHAU, C. T. Gestão dos resíduos sólidos dos canteiros de obras da construção civil do município de Chapecó -SC. **Revista Tecnológica**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 88-

111, dez. 2016. Disponível em: <http://www.uceff.com.br/revista/index.php/revista/article/view/181>. Acesso em: 7 jun. 2022.

EUPHROSINO, C. A.; JACINTO, A. E. P. G. de A.; PIMENTEL, L. L.; CAMARINI, G.; FONTANIN, P. S. P. **Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse social (HIS) em mutirão: estudo de caso em olaria comunitária.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/D8XXF4S3Wt8DYr8kkFfrmHr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 23 maio 2022.

FORTALEZA. Lei n 10.340, de 28 de abril de 2015. **Diário Oficial do Município.** Fortaleza: Assembleia Legislativa, 2015. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/agefis/PDFs/RSOLIDOS/Lei-n-10.340.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

FORTALEZA. **Geração de resíduos sólidos da construção civil em Fortaleza período: 01.10.2020 a 31.10.2020.** Fortaleza: SEUMA, 2020. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/servicos/geracao_de_residuos_da_construcao_civil_em_fortaleza_-_periodo_01.10.2020_a_31.10.2020.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022

FORTALEZA. **Manual do Plano de Gerenciamento de resíduos.** Fortaleza: SEUMA, 2022. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo_e-meio-ambiente/manuais/manual_residuos_solidos.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022

FROTTÉ, C. *et al.* Study of physical and mechanical concrete properties with partial replacement of natural aggregate by recycled aggregate from CDW. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, 2017.

GUIMARÃES JR, P. V. **Antecipações gerenciais para integração da gestão de resíduos da construção ao planejamento e controle da produção.** 2007. 184f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28442/R%20-%20D%20-%20PAULO%20VERGILIO%20GUIMARAES%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jun. 2022

JOHN, V. M. Research & development methodology for recycling residues as building materials: a proposal. **Waste Management**. [S. l.], v. 2. p. 213-219, jun. 2001.

LEAL, A. P. Resíduos da construção civil: uma revisão sobre as possibilidades de aplicação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v. 7, n. 6, jun. 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1385/601>. Acesso em 23 maio 2022.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclados e demais aplicações em argamassas e concretos.** 1999. 246f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharias de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

LIMA, T. B. R.; CARVALHO, F. H. Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil no município de Fortaleza. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, [S. l.], p. 104-119, abr. 2019. Disponível em: <<http://www.journals.unam.mx/index.php/aidis/article/view/61478>>. Acesso em: 22 jun. 2022

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras: método, implantação e resultados**. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis., Salvador: [S. n.], 2006. 10 p. 1037-1046. Disponível em: <https://docplayer.com.br/23469441-Programa-de-gestao-de-residuos-em-canteiros-de-obras-metodo-implantacao-e-resultados.html>. Acesso em: 12 jun. 2022

MATUTI, B. B.; SANTANA, G. P. Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico: uma revisão. **Scientia Amazonia**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v.-8-n.1-E1-E13-2019.pdf>. Acesso em 17 abr. 2022

OLIVEIRA, F. de A.; MAUÉS, L. M. F.; ROSA, C. C. N.; SANTOS, D. de G.; SEIXAS, R. de M. Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio de modelagem. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, out./dez. 2020. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212020000400157&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 jun. 2022.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SINDUSCON-SP**. São Paulo: Obra Limpa; Instituto e Técnicas em Construção Civil; SINDUSCON-SP, 2005.

QUEIROZ, R. F. R.; DUARTE, E. V. N.; FREIRE, C. C. P.; GOMES, D. P. **Análise da capacidade de suporte em camadas granulares de pavimentos com adição de rcd**. Brasília, DF: Editora Realize, 2020. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/72879>. Acesso em: 12 jun. 2022.

RIBEIRO, D. *et al.* “Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil”. **Revista de Ciências Gerenciais**, [S. l.], v. 20, n. 31, p. 41-45, 2016. Disponível em: revista.pgskroton.com. Acesso em: 8 jun. 2022.

RIOS, A. K. B. **Os resíduos da construção civil e suas implicações socioambientais e econômicas na cidade de Fortaleza – Ce**. 2009. 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/15865/1/2009_dis_akbrios.pdf. Acesso em: 16 jun. 2022

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

SERINOLLI, G. P. Resíduos da construção civil: o novo olhar para a reciclagem. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, n. 205, 2021. Disponível em: <https://sema>

naacademica.org.br/artigo/resíduos-da-construcao-civil-o-novo-olhar-para-reciclagem. Acesso em: 17 abr. 2022.

ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto.** Campinas. 1997. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas, 1997.

ZOTTI, Amanda. **A reutilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) na Construção Civil.** Bragança: Instituto Politécnico, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.digital.ipb.pt/bitstream/10198/25311/1/Amanda%20Zotti.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2022.