

ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO CONJUNTO DE FAVELAS DO ITANHANGÁ, RIO DE JANEIRO

ANALYSIS OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE MANAGEMENT IN THE ITANHANGÁ FAVELA COMPLEX, RIO DE JANEIRO

Stefani Raiane Martins de Paula ¹; Marcos Martinez Silvano ²; Thiago Melo Grabois ³

¹Arquiteta e Urbanista | stefani.paula@fau.ufrj.br | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, Brasil; ²Doutor em Engenharia Civil | silvano@fau.ufrj.br | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, Brasil; ³Doutor em Engenharia Civil | grabois@fau.ufrj.br | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, Brasil.

Resumo:

Ainda é recorrente o descarte irregular de resíduos de construção e demolição (RCD), contaminando recursos e agravando o problema das grandes enchentes. No Rio de Janeiro, os territórios consolidados como favelas representam uma parcela expressiva da paisagem e população vigente no município, se estabelecendo como alternativa de moradia para população de baixa renda, sendo estes territórios carentes quanto a infraestrutura e saneamento básico e estando assim mais vulnerável aos impactos mencionados. O objetivo deste trabalho é contribuir para identificar as dinâmicas de geração e gestão de RCD em territórios de favelas buscando a redução dos danos socioambientais associados. No desenvolvimento foram pesquisadas referências sobre os impactos socioambientais do RCD e alternativas de aplicação e gerenciamento de tais resíduos. O estudo de campo realizado no conjunto de favelas do Itanhangá permitiu o mapeamento dos pontos de descarte, além da coleta e análise de material proveniente uma reforma na região. Foi possível identificar a existência de ecopontos, no entanto, estes não suprem a alta demanda da população, tendo muitos pontos irregulares especialmente de RCD. Além disso, observou-se que dos resíduos coletados, 91,91% são passíveis de serem aplicados como agregados em misturas de argamassas e concretos com potencial para beneficiar os geradores.

Palavras-chave:

Resíduo de construção e demolição (RCD); Favela; Gestão de resíduos; Ecopontos; Descarte irregular.

Abstract:

Irregular disposal of construction and demolition waste (CDW) is still recurrent, contaminating resources and aggravating the problem of major floods. In Rio de Janeiro, the territory consolidated as favelas represents a significant portion of the landscape and population in the city, establishing itself as a housing alternative for the low-income population. These territories lack infrastructure and basic sanitation and are therefore more vulnerable to the above impacts. The aim of this work is to help identify the dynamics of CDW generation and management in favela territories, with a goal of reducing the associated socio-environmental damage. References on the socio-environmental impacts of CDW and alternatives for the application and management of such waste were researched. The field study carried out in the Itanhangá favela allowed for the mapping of disposal points, as well as the collection and analysis of material from a refurbishment in the region. It was possible to identify the existence of ecopoints, however, these do not meet the high demand of the population, with many irregular points, especially for CDW. In addition, 91.91% of the waste collected can be used as aggregates in mortar and concrete mixtures, with the potential to benefit generators.

Keywords:

Construction and demolition waste (CDW); Favela; Waste management; Ecoponto; Irregular disposal.

Comentado [GU1]: Sei que o template indica a sigla. Mas a orientação da UFRJ é nunca abreviar a nossa afiliação. Sempre indica o nome da UFRJ por extenso.

1. INTRODUÇÃO

As atividades de construção ou de renovação (reformas e demolições) geram grande quantidade de resíduos sólidos em todas as etapas do ciclo de vida de edificações e infraestrutura urbana em geral. O descarte destes rejeitos, também conhecidos popularmente como entulhos ou denominados por Resíduos de Construção e Demolição (RCD), em locais impróprios ou sem triagem prévia, degrada o ambiente natural e gera impactos socioambientais extremamente negativos à qualidade das cidades. Quando depositados em locais impróprios, obstruem o sistema de drenagem urbana, agravando o cenário das enchentes nas cidades, que por sua vez geram problemas de saúde pública como a proliferação de leptospirose, dengue e outros vetores (Rio de Janeiro, 2021). Deste modo, os territórios consolidados pela autoconstrução, sobretudo, os que carecem de assistência técnica e apresentam enorme fragilidade na infraestrutura urbana, certamente se tornam mais suscetíveis ao surgimento destas.

Quanto a relevância da triagem, o setor da construção civil gera resíduos muito heterogêneos e com diferentes níveis de periculosidade. Determinados tipos têm alto potencial de aproveitamento pelo próprio setor, como é o caso dos de matriz cerâmica e cimentícia, sendo possível a incorporação em misturas em substituição aos agregados, ou ainda, após processamento por moagem, serem inseridos como adições minerais com potencial de substituição parcial do Cimento Portland (Ângulo e Ulsen, 2023; Gonçalves, 2007). Sendo possível de uma perspectiva que abranja o ciclo de geral do RCD, considerando sua produção com a demolição e armazenamento seletivos conforme a classificação, as possibilidades de beneficiamento e aplicação in loco e até o transporte destes, caso necessário. Tudo visando ter um maior controle sobre o material e consequentemente sua qualidade (Almeida, 2021). Se reaproveitado, tem potencial de contribuir no prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, reduzir as taxas de extração de recursos naturais e de emissão de CO₂, assim como os custos públicos de gestão e transporte (Islam *et al.*, 2019). Sua utilização como insumo tem validação técnica e potencial de contribuir para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030 (Nações Unidas, [s.d.]).

No contexto de autoconstrução e ausência de assistência técnica, a triagem do resíduo no momento de sua geração não é uma prática usual, o que exigirá maior esforço para classificação, limpeza e reciclagem *a posteriori* (Paulino *et al.*, 2023). Sendo o desperdício excessivo também associado a utilização ineficiente de recursos, erros de planejamento, falhas na execução de projetos e até mesmo no uso inadequado de mão de obra. Do ponto de vista legal, entende-se que esse tipo de gerador não tem a capacidade de gerir seus próprios resíduos, e a Lei 12.305/2010 estabelece que o serviço público municipal deve prover os meios para que o cidadão consiga geri-lo (BRASIL, 2010). Neste contexto, surgiram assim os Ecopontos, que são equipamentos responsáveis pela coleta, armazenamento temporário e encaminhamento para a destinação final adequada.

No município do Rio de Janeiro, desde 2022, os Ecopontos vem sendo instalados em favelas, comunidades e regiões que registram cenário crítico de descarte irregular, funcionando como mediadores entre os geradores e a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb), associada à Prefeitura do Rio de Janeiro. No entanto, a disposição inadequada de resíduos sólidos, especialmente o RCD, em vias, logradouros, terrenos vazios e à beira de corpos hídricos ainda são recorrentes. De interesse particular, no conjunto de favelas do Itanhangá, zona oeste do Rio de Janeiro, é observado com frequência o cenário apontado acima no que diz respeito à disposição inadequada RCD. Além disso, fica evidente que os Ecopontos não viabilizam o efetivo gerenciamento dos resíduos, sem garantir o seu reaproveitamento e, por vezes, até impossibilitam alternativas que poderiam beneficiar a comunidade geradora.

Diante do exposto, o presente trabalho levantou dados a respeito da situação do descarte de RCD no conjunto de favelas do Itanhangá, realizou uma coleta e analisou o seu potencial de reaproveitamento. O objetivo principal foi evidenciar o emprego de RCD em soluções construtivas como meio de reduzir os cenários de insalubridade, degradação ambiental e desperdício de recursos em potencial, que são decorrentes do descarte irregular apresentado, e que podem adicionalmente beneficiar a comunidade local geradora.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A resolução nº 307 do CONAMA define o RCD como sendo os resíduos provenientes de construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos e as classifica em quatro categorias conforme seu potencial de aproveitamento, sendo apenas os da classe A reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: componentes cerâmicos, argamassa, concreto e solo (Brasil, 2002). Além disso, estabelece sua destinação, seguindo a prioridade de: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos em aterros sanitários.

Em 2010, foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que propõe a estruturação de planos de gerenciamentos integrados de resíduos sólidos (PGIRS) em diferentes escalas (todos concatenados): plano federal, plano estadual e os planos municipais, com atualizações a cada quatro anos. Sendo estes condição para o distrito federal e os municípios terem acesso a recursos da União. O município do Rio de Janeiro dispõe de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que apresentou o diagnóstico geral dos resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro em 2020 por grandes áreas de planejamento.

O fluxo ideal, que propicie seu reaproveitamento e reciclagem, consiste em uma geração de RCD triado por classe e tipos, para que assim os que possuem o potencial de aproveitamento, possam ser aproveitados na obra ou sejam diretamente encaminhados para usinas de beneficiamento ou áreas de transbordo e triagem (ATT) que fazem esta interface.

Andrade *et al.* (2013), em seu trabalho sobre a obra de construção do prédio dos laboratórios de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), constataram que os resíduos segregados conforme a classificação do Conama nº 307 possibilitou que o RCD classe A fosse encaminhado para usinas de reciclagem e reinseridos em um novo ciclo. Angulo e Ulsen (2023) destacam ainda que a subcategorização dos resíduos de Classe A e B é crucial para viabilizar o efetivo beneficiamento desses materiais, assim como o maior o controle de qualidade do material e, deste modo, valorizá-lo.

Quando devidamente triados, os RCD podem ser aplicados na substituição de agregados naturais em concretos para a confecção de elementos de infraestrutura urbana como pavimentação, mobiliário e sistemas de drenagem, além de insumo para novas construções e reformas, como em blocos de vedação, telhas e placas para revestimento (Silva e Melo, 2023; Viana Neto, Sales e Sales, 2018; Ponte, Ximenes e Fernandes, 2017). As melhores alternativas de aplicação são as que consideram suas características físico-químicas, sendo assim, fugindo de meras alternativas pré-concebidas.

Para aplicação em blocos de concreto para vedação (Souza, Paulino e Toralles., 2022; Mesquita *et al.*, 2015; Kobayashi, 2018), blocos de concreto estruturais (Gomes *et al.*, 2017), para blocos sextavados (Augusto Junior *et al.*, 2018). Considerando aplicações estruturais, Aragão (2007) atestou a viabilidade técnica de se empregar agregados graúdos e miúdos reciclados em concretos de média resistência. Alguns estudos também analisaram o comportamento de concretos com RCD e outros componentes, como é o caso de Silva *et al.* (2019), que inseriu cinza de casca de arroz (CCA) em substituição parcial do cimento devido ao comportamento pozolânico deste.

Gonzaga, Araujo e Melo Neto (2020) analisaram os impactos ambientais associados à produção e ao transporte (*cradle-to-gate*) de agregados naturais em comparação aos agregados reciclados. Por meio de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), em substituição aos respectivos agregados naturais, encontraram uma redução potencial de impacto variando entre 60% e 97% na produção dos agregados graúdos e uma variação entre 39% e 91% na produção dos agregados miúdos, considerando as seis categorias de impacto analisadas. Grabois *et al.* (2020) constataram que quanto maior o teor de substituição (variando entre 15 e 50%) do agregado miúdo natural por reciclado, menos impactante foi o desempenho ambiental de argamassas de classe de resistência em torno de 45 MPa em todas as categorias de impacto.

A reutilização, considerando processamento mínimo ou inexistente, também pode ser considerada para usos como enchimento e vedação, acrescida de determinadas camadas de isolamento. Exemplos disso incluem o Pavilhão Container da Esperança, em Kochi, cidade na Índia, os mobiliários urbanos do Shopping de Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro, e a execução de rip-rap para estabilização de encostas e taludes (Pacheco et al., 2023).

Considerando também o potencial de impacto não somente ambiental, mas social e econômico algumas iniciativas de menor e maior escala absorvem o RCD gerando empregos, reduzindo o montante descartado indevidamente e proporcionando capacitação e educação ambiental, como é o caso da Cooperativa Centro de Transformação Socioambiental (CTSA) no Rio Grande do Sul que atua por meio da parceria da ONG Solidariedade com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) na produção de blocos de concreto para vedação com agregados em RCD, estes recebem os resíduos da população local, fazendo a triagem e confecção, utilizando mão de obra local de ex-carroceiros.

Por fim, cabe destacar a Fábrica de Artefatos de Cimento e a Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (FAC/URE) Roberto Carlos Martinez, em São Carlos, vinculada a prefeitura de São Carlos. Para além da variada produção (piso intertravado de concreto, blocos, canaletas, meio-bloco, meia canaleta, guias, miniguias, banco de concreto para praças, entre outros), adota mão de obra de pessoas do sistema prisional visando a promoção da ressocialização e de um aprendizado profissional digno e humano.

3. MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consistiu em um estudo de campo realizado no conjunto de favelas do Itanhangá. Com o objetivo de compreender a situação atual do descarte e manejo de resíduos de construção e demolição na região foram determinados os seguintes itens de investigação: (i) mapeamento, quantificação, classificação e descrição pontos de descarte regular e irregular de RCD; (ii) fluxo e frequência da coleta pela Comlurb; (iii) classificação; (iv) quantitativo (estimativo); (v) padrões culturais da população; e (vi) principais dificuldades para a gestão e aproveitamento do material. Adicionalmente, o trabalho possuiu uma etapa experimental de triagem em laboratório que consistiu em: (vi) coleta de material (RCD) in loco; (vii) triagem manual dos resíduos por tipos e classes do CONAMA nº307, (viii) peneiramento e (ix) triagem granulométrica e por tipos.

O estudo de campo abrangeu a favelas já mencionadas e o trajeto foi realizado a pé, de bicicleta e ônibus, acessando a principal via da região que se inicia como Estrada da Barra da Tijuca e termina sendo a Avenida Engenheiro Souza Filho. O trajeto foi estendido para algumas vias internas as favelas conforme moradores e garis mencionavam informações relevantes para o estudo. Em campo foi realizado um levantamento quantitativo dos equipamentos existentes, trabalhadores e regularidade da coleta, além de registros fotográfico das situações encontradas. Sendo possível ainda a realização de uma coleta em uma obra na região.

3.1. CONTEXTO LOCAL

O Itanhangá é um bairro dentro da Área de Planejamento (AP) 4, na XXIV Região Administrativa (RA) da Barra da Tijuca. Este situa-se na zona oeste do Rio de Janeiro e faz divisa com os bairros Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Alto da Boa Vista, tendo a Lagoa da Tijuca em seu limite. É uma região majoritariamente residencial, com condomínios, centros comerciais, serviços e o conjunto de 8 favelas, sendo Morro do Banco (ou Floresta da Barra da Tijuca), Tijuquinha, Vila da Paz, Sítio do Pai João, Regata, Pedra do Itanhangá, Muzema e Rio das Pedras.

Quanto a cultura construtiva local, as edificações residenciais são construídas com estrutura independente em concreto armado moldada in loco, sistema de vedação em blocos cerâmico vazado com ou sem revestimento, na presença de revestimento sendo este em pintura (com as camadas de regularização) ou placas de revestimento cerâmico, com esquadrias de porta e janela em alumínio com vidro ou madeira, cobertura em telha de fibrocimento (edificações mais antigas) ou telha trapezoidal metálica e lajes pré-moldadas em vigotas treliçada de argamassa armada com

lajotas de EPS ou cerâmicas. Estas informações auxiliam no entendimento do tipo de RCD produzido na região.

4. RESULTADOS

A Figura 1 apresenta um mapa indicando o trajeto realizado no conjunto de favelas do Itanhangá, acompanhado da identificação e localização dos principais pontos de descarte observados. Foram encontrados as seguintes situações: cinco Ecopontos regulares (A1-A5), intitulados assim por constarem no site da Prefeitura do Rio de Janeiro, possuem delimitação clara com cercamento por gradil, placa de identificação, impermeabilização do solo, equipamentos de armazenamento regular dos resíduos (caixas estacionárias para podas, volumosos e RCD e caixa compactadora – que reduz em 1/3 o volume de material - para resíduos domésticos no geral), um gari e infraestrutura mínima com banheiro e copa; quatro Ecopontos irregulares (B1-B4) pois não foram encontrados no site da prefeitura e dos elementos descritos nos regulares, contam apenas com os equipamentos de armazenamento temporário e com a atuação do gari, além de nove pontos de descarte em áreas irregulares (C1-C9) (ver Figura 2).

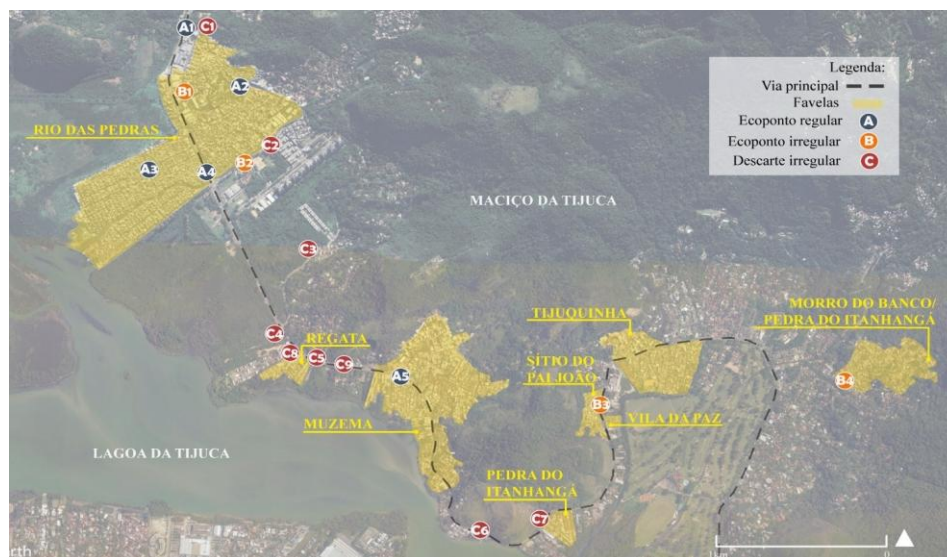


Figura 1: Mapeamento dos pontos de descarte regular e irregular da região.
Fonte: a autora (2024).

Nas visitas por meio de observação e conversas com o gari foi possível compreender que os resíduos chegam aos pontos de descarte encaminhados pelos próprios geradores, sendo o RCD carregado em recipientes residuais da própria obra, como bombonas de papelão e latas de tintas e despejados diretamente nas caçambas, ou acomodados em sacos de ráfia que também são despejados nas caçambas, no caso dos Ecopontos. Segundo os garis, a substituição dos equipamentos de armazenamento temporário é feita regularmente, sendo as caçambas 6 vezes por semana e a caixa compactadora 2 vezes por semana. É importante ressaltar que em todos os Ecopontos os resíduos transbordavam dos equipamentos e encontravam-se misturados, incluindo resíduos domésticos e úmidos, RCD e volumosos nas caçambas, impossibilitando a classificação e quantificação adequada. De interesse particular, junto ao RCD foi percebida a presença de madeira, revestimentos cerâmicos, concretos, argamassas, embalagens, gesso, entre outros.

Quanto aos pontos de descarte irregular, os resíduos eram dispostos diretamente sobre o solo, em terrenos baldios, calçadas e à beira da lagoa da tijuca, tendo também os resíduos já mencionados, além de outros resíduos como casca de coco.

No total foram encontradas 13 caixas compactadoras com capacidade de 15 m³/cada, 13 caixas estacionárias com 5 m³/cada e 7 garis, para atender a estimativa de 94.921 habitantes (IBGE, 2022; IBGE, [s.d.]). A partir disso foi feita uma comparação quantitativa entre a capacidade dos equipamentos disponíveis e a demanda da população por meio de dados secundários da região sudeste (ABREMA, 2023), o peso específico considerado para os resíduos foi de 230 kg/m³ para os domiciliares e 1.300 kg/m³ para os RCDs (IBMA, 2001).

As caixas compactadoras disponíveis têm capacidade média total de armazenamento de 167,14 m³/dia, enquanto as caixas estacionárias de 55,71 m³/dia. Com base na estimativa de geração de 1,23 kg/hab.dia para os resíduos domiciliares e de 0,74 kg/hab.dia para os RCDs (ABREMA, 2023) a demanda a ser atendida é de 507,62 m³/dia para os resíduos domésticos e de 54,03 m³/dia para os RCDs. Sendo assim, uma justificativa para o cenário encontrado, visto que as caixas compactadoras não atendem a demanda da população. Os resíduos não comportados pelas caixas compactadoras são depositados nas caixas estacionárias o que afeta a gestão dos resíduos no geral e justifica a presença de pontos de descarte irregular encontrados com o teor expressivo de RCD.



(a)

(b)

(c)

Figura 2: Situação encontrada nos pontos de descarte: (a) Eco ponto regular, (b) Eco ponto irregular e (c) Ponto irregular.
Fonte: a autora, 2024.

Diante do exposto, a situação encontrada não se trata apenas de falta de conscientização da população, mas sobretudo da incapacidade dos Ecopontos, que não suprem a demanda dos resíduos domiciliares, não contribuem na coleta seletiva e tampouco possibilitam que os materiais ali entregues tenham um novo ciclo de vida.

Os diferentes resíduos demandam logística de gerenciamento específico, para que assim recebam o tratamento devido. Tratando-se especificamente do RCD, possui quatro classificações para triagem visando seu aproveitamento, logo, o desenvolvimento de pontos de coleta específico abastecido pelos geradores tem potencial de lidar efetivamente com este material e abrir espaço para que o Ecoponto lide melhor com os demais resíduos.

Iniciativas como a da Cooperativa CTSA e a Usina URE/FAC exemplificam ações que recebem RCD classe A, direta ou indiretamente. Estas iniciativas incentivam a organização na etapa de geração e promovem sua destinação adequada, com aplicação em artefatos cimentícios. Com isso, contribuem com a redução de pontos de descarte irregular e para a diminuição da contaminação de

resíduos com potencial de aproveitamento. Além do impacto ambiental positivo, também funcionam como ferramentas de transformação social ao oferecerem qualificação profissional gerando novos empregos e renda.

4.1. COLETA E TRIAGEM DO RCD

Durante o estudo de campo houve a possibilidade de retirada dos resíduos de uma obra de reforma na Tijuquinha, no total foram coletados 16 sacos de rafia de 25kg cada, totalizando 438,80kg de RCD. Esta etapa contou com ajuda de terceiros, onde a orientação foi de que fosse ensacado apenas os de classe A (cimentícios, cerâmicos e solo). Estes foram transportados para o laboratório, onde uma triagem refinada foi realizada.

No Canteiro Experimental cada saco foi despejado sobre uma lona onde manualmente os resíduos foram separados por classes e tipos. Os materiais encontrados foram revestimento cerâmico, bloco cerâmico, argamassas, concretos, solo (com areia), mármore, gesso, plástico, papelão, vidro e rejeitos. Uma fração destes encontrava-se em granulometria de agregados e estes foram separados no montante e agregados mistos (ver Figura 3).



Figura 3: Processo de triagem no Canteiro experimental da FAU-UFRJ: (a) O resíduo 'in natura', conforme removido do ponto de descarte no Itanhangá e (b) após triagem.

Fonte: a autora, 2024.

Cerca de 90% do material coletado correspondeu à classe "A", sendo passível de ser aproveitado como agregado para concretos e argamassas. De interesse particular, 180 kg são de matriz cerâmica, que podem ser empregados em substituição aos agregados naturais, (Viana *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2023) e em substituição parcial do cimento (Gonçalves, 2007); 93 kg são de matriz cimentícia que em substituição aos agregados naturais são passíveis de aplicações estruturais (Silva *et al.* 2023; Kobayashi *et al.*, 2018)); 62 kg na fração de agregado graúdo, sendo material heterogêneo composto material cimentício, cerâmico e gesso, 67 kg na fração de agregado miúdo, com fração escura que sugeriu a existência de solo na composição, 34 kg de gesso e 0,97 kg de material, plástico, papelão, vidro e rejeitos. Por fim, destaca-se que apenas 10% de material é caracterizado como de classe B ou rejeitos e 14% do resíduo classe A é composto por gesso o que reduz seu potencial de reaproveitamento.

O agregado de RCD classe A possui características específicas conforme sua composição, no geral possuem alta porosidade e baixa resistência em comparação aos agregados naturais, o que implica quanto a sua aplicabilidade. A NBR 11516:2021 especifica os requisitos para aplicação destes como agregados reciclados em argamassas e concretos, determinando três subclasses, onde apenas os agregados reciclados de concreto podem servir para aplicações estruturais.

Considerando as características locais mencionadas na introdução deste tópico, o RCD observado em campo e coletado tem potencial de retornar em soluções que visem a melhoria das habitações como placas cimentícias para revestimento, telhas, blocos de vedação para reforma e novas construções e cobogó considerando a necessidade e possibilidade de ventilação e melhorias para

Comentado [GU2]: Não precisa. Não adotou isso em lugar nenhum do texto. E se fosse o caso seria ARC - já bastante usado na literatura sobre o assunto.

o espaço urbano considerando confecção de pavimentos permeáveis, devido ao alto potencial de alagamento da região e mobiliário urbano.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível perceber a abrangência e complexidade da gestão e aproveitamento de RCD, principalmente considerando o cenário de comunidade e favelas cariocas. Apesar da existência de normas, planos integrados e equipamentos operando a aproximação com a situação real e as dificuldades pré-existentes evidenciaram pontos relevantes para o longo caminho que é o efetivo e prático enfrentamento quanto a questão dos resíduos de construção civil e assim a mitigação dos impactos socioambientais negativos gerados pela má gestão e manuseio destes.

O estudo de campo demonstrou haver mais pontos de descarte irregular do que de descarte regular. Estes não são resultados somente da falta de consciência quanto aos impactos negativos de suas ações por parte dos geradores, mas devido também e principalmente pelos equipamentos de descarte regular não conseguirem atender a alta demanda da população. Após a elaboração de cálculos estimativos constatou-se que o dimensionamento de caçambas deveria sim atender a população, no entanto, a concentração de todos os resíduos em um único ponto que não possui dimensões suficientes para oferecer uma triagem prévia acarreta o ineficiente serviço prestado que poderia gerar insumos para o desenvolvimento de outras vertentes no âmbito da reciclagem de resíduos, inclusive tratando-se do RCD.

A melhor forma de gerir o RCD, do ponto de vista municipal, é desestimular o descarte ilegal e promover a reciclagem (Angulo e Ulsen, 2023), o papel que o poder público é garantir que o pequeno gerador possa exercer a sua responsabilidade, tendo em vista a inserção da população no processo com atividades práticas socioeducativas quanto a minimização da geração de RCD, visando abrir caminhos para a mudança de maus hábitos na cultura local de descarte irregular de RCD demonstrando novos caminhos. Além de considerar escalas onde o RCD não é absorvido diretamente pela população promovendo a instalação de equipamentos que recebam resíduos de Classe A estimulando que a população faça uma triagem prévia durante a geração.

Por fim, proporcionar um cenário para o desenvolvimento destas iniciativas tem potencial de contribuir para o alcance dos ODS da Agenda 2030, como trabalho decente e crescimento econômico (08), cidades e comunidades sustentáveis (11), consumo e produção responsável (12) e ação contra a mudança global do clima (13) que são emergentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. A. R. **Análise da eficiência operacional e definição das áreas de Influência locacionais dos ecopontos de Fortaleza-Ceará**. 2021. 173 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental. Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61023> Acesso em: 7 jul. 2024.

ANDRADE, A.A.; SOUSA, A. F. M. S.; SOUZA, J. M. T. S. SILVA, K. N. M. S; CELESTINO, J. E. M. Plano de Gerenciamento de resíduos da construção civil: um estudo de caso na obra do prédio dos laboratórios dos cursos de engenharia da universidade federal do Rio Grande do Norte. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2013. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_185_056_23017.pdf. Acesso em: 7 jul. 2024.

ANGULO, S. C.; ULSEN, C. **Resíduos de construção e demolição: fundamentos sobre gestão e reciclagem**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786589190202> Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/991 . Acesso em 7 jul. 2024.

Comentado [GU3]: já definiu a abreviação lá no início. Não precisa repetir. Decida se vai usá-la aqui ou se prefere escrever por extenso.

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

AUGUSTO JUNIOR, J. A.; FRANCISCO, J. T. M.; DIAS, A. B.; GONÇALVES, I. B. G.; ALTRAN, D. A. Estudo das Propriedades de blocos sextravados de concreto para pavimentação com uso de resíduos de construção civil. **Colloquium Exactarum**, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2018. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/1908> Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 ago. 2010, n. 147, p. 3-7.

GOMES, P. C. C.; PEREIRA, F. A.; UCHOA, S.B.B.; OLIVEIRA, F. C.; ALMEIDA, L. H. Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 3, p. 267–280, 2017.

GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 60, n. 4, p. 639-64. Ouro Preto, 2007.

GONZAGA, N. L.; ARAÚJO, M. L. R.; MELO NETO, A. A. Avaliação do Ciclo de Vida Aplicada a Agregados Naturais e Reciclados. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 18, 2020, Porto Alegre. Porto Alegre: ANTAC, 2020.

GRABOIS, T. M.; CALDAS, L. R.; JULIÃO, N. R.; TOLEDO FILHO, R. D. Na experimental and environmental evaluation of mortars with recycled demolition waste from a hospital implosion in Rio de Janeiro. **Sustainability**, v. 12, n. 21 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/8945> Acesso em: 19 fev. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBMA). **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 2001. 193 p. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2024/08/Manual-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-lbam.pdf> Acesso em: 13 mai. 2025.

ISLAM, R.; NAZIFA, T.H.; YUNIARTO A.; UDDIN, A.S.M.S.; SALMIATI, S.; SHAHID, S. An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. **Waste Management**. v. 95. p. 10-21. Jul. 2019.

KOBAYASHI, V. Y. F. **Análise da resistência à compressão de blocos estruturais de concreto simples com a utilização de resíduos de construção e demolição como agregado**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

MESQUITA, L. C.; AZEVEDO, I. C. A. D.; CÂNDIDO, E. S.; CATHOUD, G. A. Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 3, p. 30-40, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/reec.v10i3.32651>. Acesso em: 7 mar. 2024.

Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: ONU Brasil, [s.d.]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 7 mar. 2025

PACHECO, S. R. S.; LAGES, D. K.; MACHADO, P. A. da S.; FERREIRA, J. R. Estudo preliminar da viabilidade do uso de resíduos de construção e demolição (RCD) como material de construção para rip-rap. **Encontro Nacional de Aproveitamento de resíduos na construção: circularidade e sustentabilidade**, 8., 2023. [S. l.], 2023. p. 1–6. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enarc/article/view/3022>. Acesso em: jun. 2024.

PAULINO, R. S.; LAZARI, C. H.; MIRANDA, L. F. R.; VOGT, V. Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020. **Ambiente Construído**, Construído, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 83-97, jul./set. 2023.

PONTE, A. C.; XIMENES, M. M.; FERNANDES, S. K. U. Análise experimental comparativa entre concreto reciclado com agregado graúdo oriundo da reciclagem de resíduo de construção e demolição. **Research Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/15246/13594/197052> Acesso em jul. 2024.

RIO DE JANEIRO. **Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/web/smac/pds>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RIO DE JANEIRO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 2021. 198 p. Disponível em: https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/13305794/4334422/PMGIRSVERSAO12_08_21.pdf. Acesso em: 7 jul. 2024.

SILVA, D. A.; MELO, C. E. L. Agregados reciclados, uma fonte sustentável de matéria-prima: uma revisão. **Revista Principia**, João Pessoa, v.60, n. 2, p. 370-386, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/download/6033/1817>. Acesso em 14 mar. 2024.

SILVA, L. R.; GAMA, K. N. de C.; SALLES, P. V.; BRAGA, F. C. S. Concreto com cinza de casca de arroz (CCA) e resíduos de construção e demolição (RCD). **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, p. 1-19, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662195026/html/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SOUZA, C. V. C. T.; PAULINO, R. S.; TORALLES, B. M. Blocos de concreto de RCD sem função estrutural prensados de forma manual e mecânica. **Revista de Engenharia e Pesquisa aplicada**, V. 8, n. 1, p. 1-9, 2022. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/1453/854>. Acesso em: 14 mar. 2024.

VIANA NETO, L. A. C. V.; SALES, A. T. C.; SALES, L. C. Efeitos da variabilidade de agregados de RCD sobre o desempenho mecânico do concreto de cimento Portland. **Revista matéria**, v. 23, n. 1. 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências brasileiras de fomento à pesquisa CAPES, CNPq e FAPERJ pelo suporte financeiro e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001]. Este projeto de pesquisa foi financiado pela FAPERJ (Processo nº E-26/201.369/2022).