

Análise da gestão de resíduos da construção civil utilizando indicadores ambientais: estudo de caso

O aumento populacional e o crescente processo de urbanização dos municípios têm contribuído para a geração e produção cada vez maior de resíduos da construção civil – RCC. A indústria da construção civil é responsável por diversos impactos ambientais como, extração dos recursos naturais, disposição irregular dos resíduos da construção civil (RCC) em locais inapropriados, impactando diretamente na saúde pública, na proliferação de vetores e doenças, bem como na deterioração da paisagem urbana. Com a necessidade de reduzir a geração dos resíduos de construção civil e de lhes dar a destinação ambientalmente adequada é importante a promoção de pesquisas e estudos para a ampliação e conhecimento dos casos nos canteiros de obras. Uma correta gestão dos seus resíduos nas obras é um passo importante para a construção civil, principal indústria consumidora de matéria-prima e geradora de resíduos. Focar na redução de perdas nos canteiros de obras e incentivar a reciclagem é um caminho para a sustentabilidade do setor. A realização da pesquisa permite construir novos conhecimentos sobre o gerenciamento de resíduos de construção civil, tanto na parte teórica quanto nas informações obtidas na coleta de dados por meio do questionário de pesquisa. Políticas públicas devem ser criadas para auxiliar gestores a criar estruturas capazes de proporcionar uma gestão eficaz, diminuindo os impactos dos resíduos no meio ambiente. Para que haja um correto destino para esses resíduos são essenciais o gerenciamento e a gestão correta dos RCC, fazendo com que esta prática seja ecologicamente correta e sustentável para as obras. Neste panorama o presente artigo busca apresentar as etapas que necessitam ser adotadas para o gerenciamento e gestão dos RCC em obras do município de Olinda. Será elaborado um estudo com indicadores de sustentabilidade ambiental para avaliar o gerenciamento de RCC nessas obras.

Palavras-chave: Meio ambiente; Construção civil; Indicadores.

Analysis of construction waste management using environmental indicators: case study

Population growth and the growing process of urbanization of municipalities have contributed to the increasing generation and production of civil construction waste – RCC. The construction industry is responsible for several environmental impacts such as extraction of natural resources, irregular disposal of construction waste (RCC) in inappropriate places, directly impacting public health, the proliferation of vectors and diseases, as well as the deterioration of the urban landscape. With the need to reduce the generation of civil construction waste and provide them with an environmentally appropriate destination, it is important to promote research and studies for the expansion and knowledge of cases at construction sites. A correct management of your waste in the works is an important step for civil construction, the main industry that consumes raw materials and generates waste. Focusing on reducing losses at construction sites and encouraging recycling is a path to sustainability in the sector. Conducting the research allows building new knowledge about the management of civil construction waste, both in the theoretical part and in the information obtained in the data collection through the research questionnaire. Public policies must be created to help managers create structures capable of providing effective management, reducing the impacts of waste on the environment. In order to have a correct destination for this waste, the management and correct management of the RCC are essential, making this practice ecologically correct and sustainable for the works. In this panorama, this article seeks to present the steps that need to be adopted for the management and management of RCC in works in the municipality of Olinda. A study with environmental sustainability indicators will be prepared to evaluate the management of RCC in these works.

Keywords: Environment; Construction; Indicators.

Topic: **Engenharia Ambiental**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **04/07/2022**

Approved: **28/07/2022**

Eduardo Antonio Maia Lins 
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6148771863554184>
<http://orcid.org/0000-0002-9108-4179>
eduardomaialins@gmail.com

Gilka Diniz Silva 
Universidade de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5328394844273750>
<http://orcid.org/0000-0002-2368-0657>
gilkadz@gmail.com

Wanderson dos Santos Sousa 
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2702592671280843>
<http://orcid.org/0000-0002-2081-3434>
wanderson.santos@itep.br

Daniele de Castro Pessoa de Melo 
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4010783198064867>
<http://orcid.org/0000-0003-4058-092X>
danielecastro3@hotmail.com

Diogo Henrique Fernandes da Paz 
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9711778448759836>
<http://orcid.org/0000-0003-0507-0545>
diogo.paz@cabo.ifpe.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.007.0012

Referencing this:

LINS, E. A. M.; SILVA, G. D.; SOUSA, W. S.; MELO, D. C. P.; PAZ, D. H. F.. Análise da gestão de resíduos da construção civil utilizando indicadores ambientais: estudo de caso. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.7, p.153-163, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.007.0012>

INTRODUÇÃO

O ser humano sempre recorreu aos recursos naturais para atender as suas necessidades. Ele aumentou o uso desses recursos e hoje a sociedade impõe ao indivíduo necessidade de consumo cujos resíduos de produção e uso passam a ser um problema e objeto de estudo. Com a Revolução industrial o homem produziu mais em menos tempo, aumentou o uso e a apropriação dos recursos naturais industrializados (NAGALLI, 2014).

A construção civil está entre os setores industriais que têm proporcionado o desenvolvimento e crescimento das sociedades, haja vista a importância da integração do ser humano com o ambiente por meio de construções. Empregando, direta ou indiretamente, um grande percentual de mão de obra, as atividades construtivas, apresentam grande importância social para os países. Apesar da importância econômica, o ramo da construção civil, gera grandes quantidades de resíduos apresentando impactos negativos para a sociedade (GUSMÃO, 2008).

Nas etapas de uma obra existem perdas e desperdícios. A indústria da construção civil tem buscado uma maior racionalização da obra, criando alternativas para a gestão de resíduos. Alguns gestores apresentam resistência quanto ao reaproveitamento de resíduos e optam pelo descarte. O não gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras representa uma parcela significativa dos impactos, e que muitas vezes são negligenciados pelos atores responsáveis nas fases de elaboração, aprovação e implantação dos projetos-planos de gerenciamento (FOGLI, 2016).

Para Soares (2015), a redução da produção de resíduos, é necessário: o aperfeiçoamento dos projetos de arquitetura e engenharia; a melhoria da condição de estoques e transporte; a utilização de ferramentas de materiais adequadas e a melhoria da gestão dos processos. Com isso possibilita a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras, por meio dessa gestão de consumo de materiais contribuindo para a perda e desperdícios de insumos no processo da obra. Este mesmo autor diz que no Brasil, poucas empresas realizam gestão dos resíduos em seus canteiros de obras. A maioria dessas empresas não elaboram os planos de gerenciamento de RCC e não desenvolvem ações para a diminuição desses resíduos.

Para Paz (2014) verificou um pequeno avanço da gestão de RCC nas obras estudadas por ele. Em poucas obras foi verificado uma gestão efetiva. O uso de tecnologias de produção mais limpa, reaproveitamento de resíduos e utilização de agregados reciclados deveriam fazer parte da gestão de RCC.

No estudo de Fonseca et al. (2022) o Índice de Gerenciamento de Resíduos em Canteiros de Obras (IGRCO) permitiu identificar os pontos fortes e fracos em cada etapa do gerenciamento de resíduos. Obteve a condição de sustentabilidade dos canteiros de obra.

Este artigo tem como objetivo fazer uma análise do gerenciamento de RCC em obras no município de Olinda apresentando indicadores ambientais que possibilitem avaliar a tendência à sustentabilidade ambiental.

METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa foi classificada como exploratória e explicativa, com abordagem qualitativa. Foi feita a partir de um levantamento de informações através de entrevistas e aplicação de

questionários com os responsáveis e funcionários das obras estudadas, fazendo uma exploração mais ampla do objeto de estudo.

A coleta de dados foi realizada no formato de entrevista direta com estagiário e o engenheiro responsável pelas obras escolhidas, durante o período de abril a maio de 2022. Foram feitos acompanhamentos analisando as fases executadas e como era empregada a mão de obra para execução de determinado serviço.

A pesquisa foi realizada em 2 obras situadas na cidade de Olinda – PE. Foram escolhidas obras de construção de edifícios residenciais verticais, levando-se em consideração os seguintes critérios: certificadas ou não; múltiplos pavimentos; fase de execução (fundação, estrutura ou acabamento).

Quanto ao universo e amostra da pesquisa temos a cidade de Olinda, Patrimônio da Humanidade que foi concedido pela Unesco em 1982, é a terceira maior cidade de Pernambuco, onde abriga uma população de 397.268 habitantes e 43,55 km² de extensão. Olinda é uma cidade colonial situada na costa nordeste do Brasil, perto da cidade do Recife, foi construída em encostas íngremes e distingue-se pela arquitetura do século XVIII, com igrejas barrocas, conventos, mosteiros e casas de cores vivas.

No município é perceptível o crescimento de edificações verticais, assim, aumentando a densidade demográfica do município e a demanda por moradias e áreas comerciais. O estudo teve início por meio da subdivisão do trabalho em três etapas, de acordo com a natureza dos objetivos a serem alcançados, conforme apresentado na Figura 1.

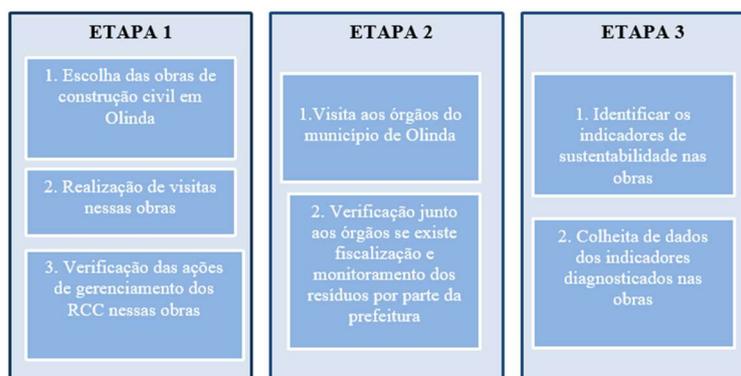


Figura 1: Fluxograma das etapas da pesquisa.

A primeira etapa da pesquisa foi a escolha das obras de construção civil no município de Olinda e foram realizadas visitas nessas obras com o objetivo de diagnosticar as ações de gerenciamento dos resíduos, conforme as classes da Resolução CONAMA nº 307/2002 e como essas obras estão realizando a gestão desses resíduos, como está sendo o manejo, triagem, transporte e a destinação desses entulhos. Foi elaborado um questionário para a colheita das informações.

Na segunda etapa foi verificada, junto aos órgãos do município, a existência de fiscalização e monitoramento desses resíduos nas obras. Foi informado pelos órgãos do município que eles não fazem fiscalização dentro das obras. A fiscalização só é feita nas ruas, praças e canais, pela cidade, onde houver entulhos de construções civis que estejam em ambientes abertos causando poluições no meio ambiente. Uma vez identificada a empresa que realizou o despejo de forma irregular em lugares proibidos ela é

notificada pelo agente fiscalizador. Nesses locais que são depositados esses resíduos, podem ser verificados diversos impactos, sejam eles na forma de danos ao meio ambiente ou a própria sociedade.

Por fim, na terceira etapa, foi realizado o estudo em diagnosticar os indicadores de sustentabilidade quanto ao gerenciamento dos RCC em canteiros de obras baseado na metodologia de Paz (2014), que formulou 15 indicadores de sustentabilidade da segregação dos resíduos na fonte, que abrange desde a capacitação dos trabalhadores até o seu armazenamento final, considerando a forma de acondicionamento inicial e o transporte interno dos RCC, dentre outros e na metodologia de Fonseca (2021) onde elaborou trinta indicadores de sustentabilidade referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras.

Foram analisados nas obras os 12 indicadores de sustentabilidade referentes ao gerenciamento de resíduos de construção civil no canteiro. Foram divididos em 3 grupos relacionados a segregação, transporte, armazenamento e destinação final de RCC, tudo fundamentados na Resolução CONAMA nº 307/2002. Para cada indicador analisado no canteiro foi atribuído valores em três níveis de 0 a 1, onde: positivo (+) = 1 ponto, mediano (+/-) = 0,5 pontos, e negativo (-) = 0 pontos (nenhum ponto), conforme a proposta de Paz (2014) e Fonseca (2021). Os indicadores e índices não passarão por uma ponderação e serão considerados todos com o mesmo peso em sua contribuição para a sustentabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico das obras

Foram feitas, durante todo período de acompanhamento nas obras, levantamentos com entrevistas diretas com os estagiários e responsáveis pela empresa. Foi verificado que a obra 01 e a obra 02 os entulhos são descartados todos misturados no canteiro de obra e na caçamba estacionária. Abaixo fotos que registram esse fato.



Figura 2: Disposição dos resíduos no canteiro de obra (Obra 1).



Figura 3: Disposição dos resíduos sem separação (Obra 2).

Segundo a Resolução CONAMA 307/02, os resíduos da construção devem ser retirados do local da obra pelos próprios geradores, seguindo as classificações e não sendo disposto fora ou dentro do terreno. Notamos que a falta do processo de separação em obra, dificulta a separação para uma possível reciclagem posterior dos resíduos.

A partir dos resultados obtidos com o levantamento de dados do questionário e a técnica de observação feita nas obras, pode-se concluir que nas obras estudadas não houve cumprimento das legislações vigentes. Em visita aos órgãos do município de Olinda foi verificado que não existem normas como também orientações legais para o seguimento dos processos corretos de descarte dos RCC. A falta de uma legislação específica para a gestão de resíduos no município é um elemento dificultador. Também, há ausência de fiscalização nas obras e de métodos corretivos por parte dos órgãos municipais que são responsáveis por esse setor. Para Leite et al. (2018) a gestão de RCCs pode apresentar como um dificultador no sentido de se obter resultados eficazes minimizando os impactos ambientais provocados pela disposição irregular. Práticas de reutilização, reciclagem poderiam resultar em arrecadação financeira para os municípios e ainda permitir a obtenção de certificados de qualidade.

O plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que é uma ferramenta que contribui para a minimização dos problemas ocasionados pela falta de organização dos geradores, não é uma implementação obrigatória nas obras do município de Olinda. Em nenhuma obra estudada foi implantada o PGRCC. No estudo feito por Fonseca et al. (2022) destacou-se a implementação ineficiente do PGRCC nos canteiros de obra do município de Recife. Para Miranda et al. (2018) os benefícios na implantação do plano são diversos como organização e limpeza do canteiro de obra, triagem de resíduos; reaproveitamento de resíduos antes de descartá-los; quantificação e qualificação dos resíduos descartados.

Fase de planejamento

Na fase de planejamento, primeira etapa para gerir os resíduos dentro do canteiro, é fundamental as reuniões iniciais, cronogramas de atividades e provisionamento de recursos. Visitas ao canteiro para obtenção de todos os dados necessários à implantação do sistema de gestão. Definições e cadastrados dos transportadores e destinatários dos resíduos. Definição e cadastro dos locais de destinação dos resíduos (GUSMÃO, 2008). A elaboração de um bom projeto, os materiais que serão utilizados e da compatibilização dos demais projetos que complementarão a futura edificação, contribuem para a minimização e não geração dos resíduos. Nessa etapa do planejamento deve-se atender às necessidades de se estabelecer um sistema de gestão de resíduos. Nas obras visitadas essa etapa de Planejamento do sistema de gestão de resíduos foi feita no início da obra com os engenheiros e diretores da empresa.

Caracterização

Essa etapa é importante no sentido de se identificar e quantificar os resíduos planejando qualitativa e quantitativamente a redução, reutilização, reciclagem e a destinação final deles. Para Lima et al. (2009) é importante que se faça a caracterização dos RCC gerados por etapa da obra para se tenha uma melhor leitura do momento de reutilização de cada classe e quantidade de resíduo. Com o conhecimento das características dos resíduos gerados na obra pode se buscar maneiras mais racionais de se reutilizar e/ou reciclar o material. O resíduo gerado na obra deve ser identificado e quantificado de acordo com a resolução CONAMA 307/02, permitindo que a empresa estabeleça controle da quantidade e tipo de resíduo gerado. Segundo Cruvinel

(2016) para a implementação do gerenciamento de resíduos da construção civil é adequado conhecer sua composição para proporcionar efeitos positivos para a sua reciclagem, redução, reaproveitamento e destinação final.

Foi informado na obra 01 que são retirados, no período de 10 a 12 dias, o quantitativo de uma caçamba estacionária de resíduos. Os resíduos são dispostos em caçambas na entrada da obra, sendo essas retiradas realizadas pela própria empresa contratada pela construtora e descartados nos locais operantes da mesma. Sabe-se que posteriormente a esse fato não há nenhum tipo de tratamento correto ou até mesmo uma destinação sustentável.

Triagem e segregação

De acordo com a resolução 307/2002 (CONAMA, 2002) no art. 3º, a triagem ou segregação deverá ser realizada de preferência na origem pelo gerador do resíduo, ou ser realizada em áreas apropriadas de destinação autorizadas com esta finalidade.

Muito importante que a segregação do RCC esteja isenta de materiais contaminantes, que deveriam receber tratamento específico, antes de sua destinação final, potencializando desse modo a sua reutilização ou reciclagem. Segundo Miranda et al. (2018) alguns dos materiais descartados são considerados perigosos devem ser separados dos demais para que seja dada uma destinação específica. A limpeza e organização da obra tem que estar sempre sendo observada, evitando que os materiais e as ferramentas fiquem espalhados pelo canteiro de obra, gerando contaminação entre os resíduos e desorganização, evitando aumento da ocorrência de acidentes, além de acréscimo na geração dos resíduos nas obras.

Nesta fase é importante que a equipe de obra receba um correto treinamento para que conheçam as classificações dos resíduos, elevando de fato o nível de segregação como também a conscientização ambiental que esta prática envolve. Para Miranda et al. (2018) a Educação Ambiental torna-se relevante para que os colaboradores se tornem conhecedores da classificação dos resíduos, sejam treinados para executarem a segregação dos resíduos pela importância ambiental que o trabalho representa. Nas obras pesquisadas, a equipe recebe treinamento com orientações para boas práticas nos canteiros.



Figura 4: Foto in loco interna da obra 01, mostra os resíduos separados.

Acondicionamento

Segundo a resolução 307/2002 – CONAMA. O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos

após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem.

Definições de recipientes e locais devidamente sinalizados que permitam a segregação e acondicionamento dos resíduos pelo operário, evitando deste modo qualquer tipo de contaminação para que este material possa ser utilizado integralmente sem comprometer sua viabilidade. Para Lima et al. (2009) O acondicionamento inicial deverá acontecer próximo aos locais de geração dos RCC levando em conta o volume gerado e a boa organização do canteiro.

Após a segregação os RCC são armazenados em recipientes distribuídos ao longo da obra: bombonas, caixas de coleta, bags ou caçambas, até atingirem volumes para serem reutilizados, reciclados ou destinos de modo adequado. Nas obras estudadas a obra 1 os resíduos são amontoados sem sinalização ao longo da obra para em seguida serem transportados para caçamba estacionária (Figuras 5 e 6).



Figura 5: Resíduos amontoados sem sinalização na Obra

1.



Figura 6: Imagem interna da obra 01.



Figura 7: Uso de baias sinalizadas para acondicionamento dos resíduos (Obra 2).

Já na obra 2 foi verificado no canteiro de obra sistema de acondicionamento dos resíduos recicláveis através do uso de baias utilizando a sinalização quanto aos critérios de cores estabelecidos para identificação dos resíduos consoante a resolução CONAMA nº 275/01 (Figura 7).

Transporte interno e externo dos resíduos da construção civil

O transporte interno é realizado por carrinhos de mão e elevadores de carga. São transportados os resíduos misturados sem segregação. O transporte externo, ou seja, aquele que ocorre entre o canteiro de obras e a central de destinação, seja ela usina de reciclagem ou aterro sanitário, é feito por empresa especializada contratada pela obra para retirada dos resíduos.

Reutilização e reciclagem em obra

Para Lima et al. (2009) O reaproveitamento das sobras de materiais dentro do próprio canteiro é a maneira de fazer com que os materiais que seriam descartados retornem em forma de materiais novos e sejam reinseridos na construção evitando a retirada de agregados naturais do meio ambiente e deve observar seus procedimentos para que os materiais estejam enquadrados no padrão de qualidade por elas exigidos para a reutilização. Para Brasileiro e Matos (2015) os agregados reciclados apresentam custo de produção inferior ao dos agregados naturais e promovem um “ganho ambiental” deixando de extrair matéria-prima natural. Segundo Fonseca et al. (2022) a reinserção dos resíduos no ciclo produtivo além de diminuir os custos das obras contribui com a preservação dos recursos naturais. Nas obras estudadas não foram observados reciclagem com os resíduos descartados. A reutilização de madeiras e de restos de concreto na hora da concretagem foram verificadas. Eles reutilizam esses resíduos na própria obra. E ainda fazem doação de madeiras para serem reutilizadas em uma determinada padaria da região.

Diagnostico dos indicadores de sustentabilidade ambiental

O Quadro 1 apresenta os indicadores de sustentabilidade para segregação dos resíduos, abrangendo a Geração de resíduos, capacitação dos trabalhadores, acondicionamento dos resíduos e sinalização na obra. O Quadro 2 apresenta os indicadores de sustentabilidade para o transporte e armazenamento final dos resíduos, enquanto o Quadro 3 apresenta os indicadores de sustentabilidade para a destinação final dos RCC gerados no canteiro de obras.

Quadro 1: Indicadores de sustentabilidade para a segregação dos RCC e respectivas gradações.

| Indicadores de sustentabilidade | Tendências à sustentabilidade | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| | + | +/- | - |
| Geração de Resíduos | Uso de tecnologias de racionalização de obras e de produção mais limpa | Criação de programas de conscientização | Elevada Geração e desperdício de resíduos |
| Capacitação dos trabalhadores | Treinamento periódico com monitoramento | Treinamento de acordo com a necessidade | Inexistente |
| Acondicionamento dos resíduos | Acúmulo em pilhas em locais demarcados no pavimento | Acúmulo em pilhas no pavimento, sem sinalização | Acúmulo em pilhas espalhadas pelo pavimento |
| Sinalização | Sinalização adequada dos locais de acondicionamento | Sinalização dos locais de acondicionamento, porém pouco visíveis | Sem sinalização dos locais de acondicionamento |

Quadro 2: Indicadores de sustentabilidade para o transporte e armazenamento dos RCC e respectivas gradações.

| Indicadores de sustentabilidade | Tendências à sustentabilidade | | |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| | + | +/- | - |
| Transporte internos | Transporte dos resíduos pelo uso de dutos verticais e recicláveis segregados | Uso de giricas ou carrinhos associados a elevador de carga ou grua no transporte manual dos RCC não misturados | Transporte dos resíduos misturados em carrinho-de-mão |
| Armazenamento final em caçambas | Segregação entre os resíduos de gesso, madeira e entulho | Caçamba única sem segregação entre gesso, madeira e entulho | Caçamba misturada com outros tipos de resíduos |
| Armazenamento final em bags/ baias | Resíduos bem segregados; local sinalizado | Resíduos segregados; baias/bags muito cheios | Resíduos misturados |
| Limpeza | Sem presença de resíduo no entorno da área de armazenamento de resíduos | Presença de resíduo na área de armazenamento, em local sinalizado | Presença de resíduos espalhados no entorno da área de armazenamento de resíduos |

Quadro 3: Indicadores de sustentabilidade para a destinação final dos RCC e respectivas gradações.

| Indicadores de sustentabilidade | Tendências à sustentabilidade | | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|------------|
| | + | +/- | - |
| Cooperativas de catadores | Possui parceria com cooperativas com contrato | Doação esporádica | Não possui |

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Resíduos não recicláveis | Logística reversa | Disposição em aterro sanitário | Disposição inadequada |
| Utilização de agregados reciclados | Utiliza agregados reciclados em argamassa ou concreto | Utiliza agregados reciclados para fins menos nobres | Utiliza agregados naturais para fins menos nobres |
| Reaproveitamento de resíduos | Reutilização de resíduos na própria obra | Venda de resíduo para ser reutilizado em outro local | Não reutiliza nenhum tipo de resíduo |

Os Quadros 4, 5 e 6 apresentam as matrizes de sustentabilidade resultantes para os 3 grupos de indicadores, referentes aos 2 canteiros de obras, a partir dos quais os indicadores e índices foram diagnosticados.

Quadro 4: Matriz de sustentabilidade na segregação dos RCC.

| Segregação dos RCC | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|-----|-----|---|------------------|--------|
| Obras | Indicadores de Sustentabilidade* | | | | Sustentabilidade | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Índice | Grau** |
| 1 | - | +/- | +/- | - | 1 | Baixo |
| 2 | - | +/- | +/- | + | 2 | Médio |

* Notas e pontuação: (-) = 0 ponto, (+/-) = 0,5 ponto, (+) = 1 ponto

** Grau: Baixo = 0 a 1,9 pontos, Médio = 2 a 3,9 pontos, Alto = 4 a 5 pontos

Quadro 5: Matriz de sustentabilidade no transporte e armazenamento dos RCC.

| Transporte e armazenamento do RCC | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----|---|------------------|--------|
| Obras | Indicadores de Sustentabilidade* | | | | Sustentabilidade | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Índice | Grau** |
| 1 | - | - | - | - | 0 | Baixo |
| 2 | - | - | +/- | - | 0,5 | Baixo |

* Notas e pontuação: (-) = 0 ponto, (+/-) = 0,5 ponto, (+) = 1 ponto

** Grau: Baixo = 0 a 1,9 pontos, Médio = 2 a 3,9 pontos, Alto = 4 a 5 pontos

Diagnosticando o resultado por grupo de indicadores com relação à sustentabilidade das obras, verificou-se que dentre os 2 canteiros, nenhuma obra apresentou grau alto de sustentabilidade. Diferente do estudo Fonseca et al. (2022) que apresentou grau alto de sustentabilidade, na obra 3 estudada por eles, em mais de um dos grupos de indicadores.

Quadro 6: Matriz de sustentabilidade na destinação final dos RCC.

| Destinação final dos RCC | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----|---|---|------------------|--------|
| Obras | Indicadores de Sustentabilidade* | | | | Sustentabilidade | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Índice | Grau** |
| 1 | +/- | +/- | - | + | 2 | Médio |
| 2 | +/- | +/- | - | + | 2 | Médio |

* Notas e pontuação: (-) = 0 ponto, (+/-) = 0,5 ponto, (+) = 1 ponto

** Grau: Baixo = 0 a 1,9 pontos, Médio = 2 a 3,9 pontos, Alto = 4 a 5 pontos

Na obra 2 obteve grau médio e um índice 2. Nela foi verificada sinalizações adequadas nos locais de acondicionamento, diferente da obra 1 que não tinha sinalização. Na Matriz de sustentabilidade da segregação dos RCC, a obra 2 obteve o índice 2 e grau médio, com isso a obra 2 tende a ser um pouco mais sustentável que a obra 1.

Os indicadores de sustentabilidade para o transporte e armazenamento obteve grau baixo para as duas obras, eles utilizam o elevador de carga e carrinhos de mão para transportar os resíduos misturados até as caçambas estacionárias. Na obra 1 eles não fazem o armazenamento em baias. Na obra 2 foram observados armazenamentos em baias sinalizadas. Em ambas as obras foram encontrados presença de resíduos espalhados no entorno da área de armazenamento em locais não sinalizados.

Na etapa de destinação final dos resíduos obteve grau médio de sustentabilidade para ambas as

obras. Mesmo não utilizando agregados reciclados no seu processo construtivo existe nas obras reutilização de alguns resíduos como por exemplo o reaproveitamento de madeiras e concreto que sobram da concretagem.

Sugestões para um canteiro de obra mais sustentável

Com base no estudo feito algumas recomendações para o enfrentamento mais efetivo no gerenciamento dos resíduos de construção civil nas obras do município de Olinda: Apresentação das normas existentes para os gestores dos canteiros de obras; Desenvolver cartilhas instrutivas com informações e procedimentos de técnicas de construção sustentável; Elaboração de placas que estimulam à sensibilização dos funcionários para a causa ambiental; Criar programas de conscientização da equipe de obra para a necessidade de se reciclar e reutilizar os resíduos da construção; Triagem de resíduos de acordo com a determinada classe, conforme a resolução de nº 307/2002 do CONAMA; Segregar resíduos de forma a evitar as misturas de classes; Caracterização dos resíduos gerados nos canteiros de obras, controle dos tipos e volumes de resíduos gerados; Identificar os produtos perigosos para um adequado armazenamento e manipulação; Viabilizar técnicas para uso de materiais reciclados; Desenvolver técnicas para reciclagem em obra; Conhecer as técnicas desenvolvidas em canteiros de obras mais modernos; Intensificar a reutilização dos resíduos na obra; Manter a limpeza e organização no canteiro de obra; Implantar o plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC) nos canteiros de obras.

CONCLUSÕES

Os problemas relacionados à disposição final dos resíduos da construção civil atingem os municípios brasileiros. Desde que a Resolução CONAMA nº 307/02 entrou em vigor, melhorias foram observadas, mas muito ainda precisa ser feito no sentido de se atingir uma situação de sustentabilidade para a gestão dos resíduos.

Podemos ressaltar, também, que o estudo realizado permitiu obter resultados atuais de como as obras se encontram, em uma situação de descaso com a sustentabilidade. A adoção para adequação de um plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, exige atitudes que receberão as informações e implantação na rotina diárias das obras que uma vez implantada o plano será necessário para a eficiência nas atividades exercidas pelos trabalhadores como também o nível de redução das perdas de materiais.

A falta de fiscalização perante os órgãos públicos fiscais do município contribui para que haja a falta desta prática. Foi possível verificar a carência de informações sobre os Planos Municipais e sobre ações de gerenciamento. Faltam também informações aos gestores para cumprirem a legislação vigente.

A análise geral das obras pesquisadas sobre o gerenciamento dos resíduos de construção civil contribui com a redução e desperdícios de materiais nos canteiros de obras, resultando em benéficos socioambientais para o planeta. Tendo em vista que cresce cada dia mais o número de construções e aumento na geração de resíduos, tem-se a necessidade de implementar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC) para diminuir os impactos desses resíduos.

O trabalho adequado e eficiente de cada agente no canteiro de obra é imprescindível para um bom gerenciamento dos resíduos na obra. Dispor de uma Legislação clara para orientar o gerador, conscientizar os grandes geradores a fim de criar opções para descarte dos resíduos e criar ações para uma efetiva fiscalização nos canteiros de obras são atitude que precisam ser tomadas pelos órgãos responsáveis pela gestão e o gerenciamento do RCC.

Já para os responsáveis pelo gerenciamento precisam conhecer os benefícios do gerenciamento adequado do RCC, capacitar toda a mão de obra, criar o PGRCC no canteiro de obra e desenvolver processos construtivos de forma a gerar menos resíduo. É possível garantir uma gestão eficaz dos resíduos envolvendo todos que atuam no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília: CONAMA, 2002.

CRUVINEL, P. B.. **Análise da gestão de resíduos da construção e demolição no Distrito Federal com proposição de indicadores de sustentabilidade ambiental**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FOGLI, F. S.. **Planos de gerenciamento da construção civil e atenuação de impactos ambientais em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

FONSECA, W. M. L.. **Desenvolvimento de indicadores para avaliação da sustentabilidade do gerenciamento de resíduos em canteiros de obras da cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2021.

FONSECA, W. M. L.; LINS, E. A. M.; PAZ, D. H. F.; MELO, D.C. P.; FIRMO, A. L. B.. **Desenvolvimento de indicadores para avaliação da sustentabilidade do gerenciamento de resíduos em canteiros de obras da cidade do Recife**. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.10, n.75, 2022.

GUSMÃO, A. D.. **Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. Camaragibe: CCS Gráfica, 2008.

LEITE, I. C. A.; DAMASCENO, J. L. C. D.; REIS, A. M.; ALVIM, M.. **Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em Belo Horizonte e região metropolitana**. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.14, n.1, p.159-175, 2018.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R.. **Guia para elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Série de publicações temática do CREA-PR. CREA-PR, 2009.

MIRANDA, N. M. A. L. et. al. **Importância da implantação do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil e de demolição no Município de João Pessoa**. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.6, n.13, p.567-576, 2019.

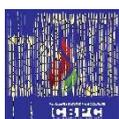
NAGALLI, A.. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

PAZ, D. H. F.. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

SOARES, D. H.. **Estudo da Geração dos resíduos da construção civil (RCC) em empreendimento habitacional de interesse social no município de Taquaritingas-SP**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157946240313327617/>