XII SIBRAGEC
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
MACEIÓ - AL

ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO: UMA ANÁLISE SOBRE A GESTÃO DE RCD EM UM CANTEIRO DE OBRAS [1]

LIMA, Bruno Fernandes (1); ALBERTE, Elaine Pinto Varela (2); CARNEIRO, Alex Pires (3)

(1) Universidade Federal da Bahia, fernandeslimabr@gmail.com, (2) Universidade Federal da Bahia, elaine.varela@ufba.br (3) Universidade Federal da Bahia, alexpires@ufba.br

RESUMO

A economia circular tem sido tema de discussão recorrente na indústria da construção civil, setor com relevante consumo de matérias primas e geração de resíduos. Por outro lado, o Brasil ainda possui uma cultura muito incipiente acerca da adequada gestão de resíduos durante a etapa de construção. Observa-se a necessidade de práticas que fomentem a redução, reutilização e reciclagem de resíduos no canteiro, com vistas ao fechamento do ciclo desses materiais. Este artigo analisa as condições de gerenciamento de resíduos de um canteiro de obras em Salvador, e identifica o potencial para implementar oportunidades de negócio alinhadas aos conceitos da economia circular. Para tal, foi elaborada uma matriz de aspectos ambientais do canteiro versus oportunidades de negócio circular e foram aplicados indicadores econômicos, ambientais e de produtividade. Os dados de entrada foram obtidos a partir de pesquisa documental e observações de campo. Como principais resultados, pôde-se observar indicadores positivos nos aspectos econômicos e ambientais e uma neutralidade no indicador de produtividade. Espera-se que a metodologia proposta possa ser aplicada em outros canteiros e servir de apoio para a tomada de decisão dos gestores de obras sobre um gerenciamento de resíduos mais sustentável e alinhado com os conceitos da economia circular.

Palavras chave: *Economia circular, Gestão sustentável, Construção, Gestão de resíduos.*

ABSTRACT

*Circular economy has been the subject of recurrent discussion in the construction industry, a sector with significant consumption of raw materials and waste generation. Nevertheless, Brazil still has a very incipient culture related to an adequate waste management during the construction stage. There is a need for practices that encourage the reduction, reuse and recycling of waste at the construction site, with a view to closing the productive cycle of these materials. This article analyzes the conditions of CDW management of a construction site in Salvador, and identifies the potential to implement business opportunities in line with the concepts of circular economy. To this end, a matrix of environmental aspects of the construction site ver**s**us circular business opportunities was prepared and economic, environmental and productivity indicators were applied. The input data were obtained from documentary research and field observations. As main results, it was possible to observe positive indicators in the economic and environmental aspects and neutrality in the productivity indicator. It is hoped that the proposed methodology can be applied to other construction sites and serve as a support for the decision-making of construction managers about more sustainable waste management and in line with the concepts of circular economy.*

Keywords: *Circular economy, Sustainable management, Construction, Waste management.*

[1] LIMA, B. F.; ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P. Economia circular aplicada à construção: análise sobre os processos de um canteiro de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/451. Acesso em: 2 out. 2021.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil se destaca por representar cerca de 3,8% do PIB do Brasil (CBIC, 2019), sendo responsável por um grande número de empregos diretos e indiretos, afetando não somente a indústria da construção civil, como diversos setores de apoio. Por outro lado, estima-se que o setor também é responsável por mais de 40% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade e por 35% dos resíduos sólidos produzidos no mundo (ROSADO *et al.,* 2017). No cenário brasileiro, em particular, os resíduos de construção e demolição (RCD) representam cerca da metade dos resíduos sólidos urbanos, com uma geração diária de, aproximadamente, 122.012 toneladas (ABRELPE, 2019).

Nesse contexto, a economia circular (EC) apresenta-se com alto potencial para apoiar a superação dos desafios ambientais do setor da construção, pois contribui para otimizar recursos e reduzir a geração de resíduos. Ao mesmo tempo, a EC incentiva oportunidades de mercado e crescimento econômico, promovendo novas tecnologias, processos, serviços e modelos de negócios (MORATÓ, TOLLIN e JIMÉNEZ, 2017; KORHONEN *et al*., 2018).

Segundo Korhonen et al. (2018), no âmbito social, a EC produz novas oportunidades de emprego, ao gerar novos negócios para fomentar uma cultura de compartilhamento que objetiva a máxima capacidade de uso de um produto. A EC também pode contribuir a alterar a mentalidade de consumo da sociedade atual, transformando produtos em serviços. Já na vertente ambiental, com a aplicação de ciclos de utilização dos materiais, é possível reduzir o consumo de recursos naturais do planeta, o consumo de energia e consequentemente, a emissão de gases na atmosfera.

A EC não busca apenas melhorar a eficiência dos recursos – redução da energia consumida para fabricação do produto final – mas principalmente é um novo conceito de reutilização dos resíduos. Cabendo destacar, que em última instância a melhoria da eficiência não evita a escassez do estoque natural dos materiais finitos (EMF, 2015).

Além disso, ainda que os princípios da EC tenham importante foco nas etapas de projeto, matéria prima e manufatura, cabe destacar que todos os processos dentro da indústria da construção devem ser passados por uma análise profunda buscando enxergar como ele pode ser otimizado. Segundo CONAMA (2018), é fundamental uma abordagem de ciclo de vida de uma edificação levando em consideração todo o sistema construtivo, desde a extração da matéria prima até a destinação final dos resíduos, incluindo a produção de matéria prima secundária e, considerando todas as etapas de projeto, construção, manutenção e revitalização do ambiente construído.

O foco do setor deve buscar a melhoria da produtividade, a redução dos custos e a correta destinação dos resíduos gerados pelos processos construtivos. As ações podem considerar a implementação de novas técnicas de construção e a implementação de gestões circulares dos materiais produzidos, buscando o fechamento dos ciclos de produção e consumo (EMF, 2019).

Considerando especificamente a etapa de construção da edificação, cabe destacar ainda, a importância de uma gestão ambiental dos processos de um canteiro, e seu potencial para estar atrelada a implementação de princípios da EC. A versão atualizada da ABNT NBR ISO 14001 (2015) passa a exigir que a gestão ambiental seja mais importante no posicionamento estratégico da empresa, e que sejam implementadas iniciativas para proteger o meio ambiente contra danos e degradação, como, por exemplo, o uso sustentável dos recursos e a mitigação das alterações climáticas, dentre outras ações. Além disso, a nova versão possibilita uma maior integração a outros sistemas de gestão, por apresentar estrutura, termos e definições similares. Segundo a ABNT NBR ISO 14001 (2015), as empresas que objetivam implementar um Sistema de Gestão

Ambiental devem desenvolver, implementar e manter procedimentos para o Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA).

Nesse âmbito, o uso de instrumentos e metodologias como indicadores e matrizes de aspectos e impactos podem contribuir para estruturar o gerenciamento de RCD em um canteiro de obras e podem ter grande valia para orientar um gestor de obra a realizar o manejo de resíduos em comprometimento com princípios da EC.

Assim, o objetivo deste estudo é realizar uma análise estruturada sobre as condições de gerenciamento de resíduos de um canteiro de obras em Salvador, para identificar seu potencial para implementar oportunidades de negócio alinhadas aos conceitos da economia circular. Por meio da proposição e implantação de uma matriz de aspectos ambientais do canteiro versus oportunidades de negócio circular e de indicadores econômicos, ambientais e de produtividade, foi desenvolvida uma metodologia de apoio para a tomada de decisão dos gestores de obras sobre um gerenciamento de resíduos mais sustentável e alinhado com os princípios da economia circular.

Espera-se que os resultados possam contribuir para fortalecer o conceito da economia circular no processo de gestão de resíduos provenientes de etapa de construção, apresentando um sistema de tomada de decisões que oriente gestores de obra na aplicação de princípios da EC na gestão de canteiros e na busca por oportunidades de negócios circulares para esta etapa do ciclo de vida da edificação.

2 METODOLOGIA

Este estudo, de caráter exploratório, realiza uma análise estruturada dos dados de um canteiro de obra a partir da adaptação de instrumentos utilizados em sistemas de gestão ambiental. Os dados utilizados foram levantados a partir de pesquisa documental (registros, relatórios e formulários da empresa) e participante (envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas).

A seleção do canteiro considerou a disponibilidade das informações do gestor e a facilidade de acesso ao canteiro, bem como o porte e tipologia da obra. Com uma área de 10.363,55 m², o canteiro escolhido objetiva a construção de duas torres residenciais de 140 metros de altura, tendo a Torre A, 39 pavimentos, e a Torre B, 41 pavimentos.

A metodologia divide-se em duas macro etapas: Identificação e Análise das Oportunidades de Negócio Circular (ONC). Os dados são analisados a partir de abordagem qualitativa e quantitativa. O Quadro 1 apresenta a estrutura metodológica adotada.

Quadro 1 – Estratégia metodológica adotada

Etapa	Atividade	Variável de análise	Ferramenta	Fonte de evidência
1	Mapeamento dos processos construtivos	Procedimentos de gestão e produção	Planilha	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)
	Identificação do panorama atual de gestão de RCD do canteiro	Procedimentos internos de gestão	Planilha de fluxo de RCD	Observações de campo e documentos (PGRCC)
		Resíduo produzido por tipologia e destinação	Indicadores	Documentos e registros internos e externos
	Matriz de aspectos ambientais x ONC	ONC	Matriz aspectos x ONC	EAP, mapas de localização, observações de campo e documentos
		Boas práticas realizadas		
		Dificuldades evidenciadas		
2	Simulação da aplicação das ONC identificadas no cenário avaliado	Custos	Indicadores	Documentos e registros internos e externos
		Impacto ambiental		
		Produtividade		

Fonte: autores

A primeira etapa (Identificação das ONC) foi dividida em três atividades: (i) mapeamento dos processos construtivos do canteiro; (ii) identificação do panorama

atual de gestão de RCD; (iii) elaboração e aplicação de matriz de aspectos e oportunidades de negócio circular.

O **mapeamento dos processos construtivos** foi realizado a partir de análise da EAP (estrutura analítica do projeto) da obra. A **identificação do panorama atual de gestão de RCD do canteiro**, por sua vez, compreendeu tanto no mapeamento dos procedimentos internos de gestão de RCD do canteiro, quanto na proposição e coleta de indicadores para a avaliação do potencial circular do entorno da obra. O mapeamento dos procedimentos internos foi elaborado por meio de observações em campo e análises de documentos do canteiro, a exemplo do PGRCC (Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil). A coleta dos indicadores considerou principalmente fontes de destino e tratamento de RCD do município para atendimento ao canteiro de obras em questão.

Em seguida, foi realizada a elaboração e aplicação de matriz de aspectos ambientais e oportunidades de negócio circular. Denominada neste documento como **Matriz Aspectos x Oportunidades de Negócio Circular (MAOC)**, a ferramenta foi desenvolvida com base na execução de um Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA). Segundo ABNT NBR ISO 14001 (2015), a LAIA objetiva analisar todos os aspectos da operação da empresa que de algum modo podem afetar o meio ambiente.

A MAOC possibilita analisar a capacidade de reabsorção dos RCD gerados por cada obra objeto de análise, e identificar o nível de circularidade das suas atividades econômicas. Além disso, a MAOC permite identificar tendências e lacunas para potencializar a circularidade de cada contexto avaliado, visto que os resultados devem apontar o potencial de aplicação da ONC (baixo, médio e alto), tendo em vista a estrutura do entorno e a situação de gestão de RCD no canteiro.

O período de coleta de dados (documentos e observações de campo) compreendeu os meses de março a agosto de 2020. Neste período foi possível acompanhar a fase de execução das fundações e da estrutura de concreto armado, tendo como processos construtivos mais relevantes: escavação de solo para execução de tubulão, cravação de estaca metálica, armação dos tubulões, concretagem dos tubulões, execução de forma, execução de armação e concretagem dos elementos estruturais.

Na segunda etapa (Análise das ONC), realizou-se **a simulação da aplicação das ONC identificadas no cenário avaliado**, com o objetivo de identificar o impacto da implantação de ONC no resultado da obra, tendo em vista aspectos ambientais, econômicos e produtivos.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os fluxos dos resíduos produzidos no canteiro objeto de análise, esclarecendo sua fonte, acondicionamento inicial (AI), transporte interno (TI), acondicionamento final, transporte externo (TE) e destino final (DF). A Tabela 1, por sua vez, apresenta os indicadores coletados sobre os resíduos gerados no canteiro.

Figura 1 – Fluxo de resíduos do cenário analisado

	RESÍDUOS	FONTE	AI	TI	AF	TE	DF
CLASSE A	ARGILA	Escavação (fundações)	Próximo ao serviço	Carrinho / Bobcat / Caminhão (escavação meso-estrutura)	Caminhão Caçamba	Caminhão Caçamba	Obras parceiras
	RESTOS DE CONCRETO	Concretagem			Caçamba		
CLASSE B	MADEIRA	Fôrmas de EPC	Próximo ao serviço Caixa de madeira (execução de fôrma)	Carrinho / Bobcat / Caminhão munck (estaca metálica) / manual (caixas de madeira)	Caçamba / Próximo ao serviço (estaca metálica)	Caminhão poli-guindaste / Caminhão Truck (estaca metálica)	Empresas parceiras
	METAL	Armação estrutural, cravação de estaca, execução de fôrma de EPC					
	PAPEL / PAPELÃO / PLÁSTICO	Administrativo e almoxarifado	Contenedor de lixo		Contenedor de lixo	Caminhão de lixo	Aterro sanitário
CLASSE D	RESÍDUO HOSPITALAR	Ambulatório	Bombona de polietileno	Colaboradores especializados	Bombona de polietileno	Caminhão baú	Aterro sanitário

Fonte: autores

Tabela 1 – Indicadores de gestão de RCD

Indicador	Unidade	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
Classe A destinado por mês	Ton / mês	2.124	936	2.835	1.008	1.080	153
Classe A destinado por mês - terceiros	Ton / mês	2.124	936	2.835	1.008	1.080	153
Consumo total de agregado natural miúdo (ANM)	Ton / mês / areia	423,14	293,09	521,35	442,43	607,46	501,19
Consumo de ANM – concreto estrutural	Ton / mês / areia	364,08	278,61	506,44	427,55	591,46	501,19
Consumo de ANM – concreto magro	Ton / mês / areia	30,10	4,07	6,89	20,50	11,92	3,74
Consumo de ANM - canteiro	Ton / mês / areia	28,96	14,48	14,91	14,88	16,00	0
Consumo total de agregado natural graúdo (ANG)	Ton / mês / brita	818,15	605,10	1.147,43	1.005,90	1.314,61	1.093,24
Consumo de ANG – concreto estrutural	Ton / mês / brita	759,57	597,18	1.093,51	925,94	1.280,43	1.085,97
Consumo de ANG – concreto magro	Ton / mês / brita	58,58	7,93	13,40	39,90	23,20	7,27
Consumo de ANG - canteiro	Ton / mês / brita	0	0	40,52	40,06	10,98	0
Pontos de descarte regular de Classe A no entorno	Unidade	5	5	5	5	5	5
Classe B destinado por mês	Ton / mês	0	0	3,38	1,97	23,11	7,32
Classe B destinado por mês – aterro sanitário	Ton / mês	0	0	2,11	0,70	2,81	3,51
Classe B destinado por mês – empresa parceira	Ton / mês	0	0	1,27	1,27	20,30	3,81
Pontos de descarte regular de Classe B no entorno	Unidade	11	11	11	11	11	11
Distância do ponto de descarte – Obras Parceiras	Quilômetros	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30
Distância do ponto de descarte – Aterro Sanitário	Quilômetros	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30
Distância dos pontos de produção de AR	Quilômetros	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
Distância dos pontos de produção de AN (areia)	Quilômetros	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7
Distância dos pontos de produção de AN (brita)	Quilômetros	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	32,7

Fonte: autores

Observou-se que serviços com movimentação de solo, como escavação de blocos de mesoestrutura e de tubulões, foram os maiores geradores de resíduos do canteiro no período, caracterizando o principal insumo como solo argiloso, com uma média de 1.357,85 toneladas/mês (ton/mês). Diante da quantidade de resíduos classe A gerados por conta dos serviços de escavação, os resíduos classe B significaram menos de 1% do que foi gerado pelo canteiro no período em análise. Parte dos resíduos classe B foi encaminhada para empresas parceiras para reaproveitamento (total de 26,65 ton), e parte foi encaminhada para despejo em aterro sanitário da cidade (total de 9,13 ton). Na etapa analisada, não foram identificadas produções relevantes de resíduos classes C e D.

As Figuras 2a e 2b mostram o processo de escavação de um bloco de mesoestrutura com retroescavadeira, direcionando o resíduo produzido diretamente para o transporte externo (caminhão basculhante) indo, a partir daí, para o local de destinação. A exportação do solo excedente para obras parceiras foi identificada como “boa prática”

do ponto de vista circular, visto seu aproveitamento em serviços de movimentação de terra em obras próximas com distância inferior a do aterro de inertes disponível.

Em relação aos resíduos Classe B, observou-se elementos de acondicionamento inicial dispostos em vários pontos do canteiro (Figura 2c). Entretanto, para os resíduos diários gerados pelo administrativo da obra, mesmo com a separação inicial, o descarte final durante o período do estudo estava sendo feito através do próprio sistema de coleta de resíduos da prefeitura, devido à problemas de espaço no canteiro para realizar uma separação com baias específicas de maior porte para cada material. Para os resíduos de madeira, no entanto, identificou-se boa prática circular. Os resíduos eram encaminhados para empresas parceiras para queima e transformação em biomassa, proporcionando um fechamento do ciclo deste insumo em cascata. Observam-se potenciais benefícios econômicos e ambientais a partir do fechamento do ciclo biológico do material.

A Figura 2d mostra a organização do canteiro com a separação dos resíduos gerados na obra, contemplando uma caçamba de sucata de aço e a outra de restos de madeira. As Figuras 2e e 2f, por sua vez, apresentam o processo realizado com a destinação dos restos de estaca metálica: o acondicionamento inicial do material próximo ao local de execução e o processo de movimentação interna dentro do canteiro para transporte externo com caminhão baú, respectivamente.

Figura 2 – Registros sobre fluxo de resíduos



Fonte: autores

Não foi identificado nenhum registro / interesse do gestor em utilizar agregados reciclados, mesmo evidenciando a necessidade de matéria prima para aplicações de menor exigência técnica (ex. concreto magro). Identificou-se grande quantidade de fontes de agregados naturais disponíveis na região, com preços competitivos que desmotivam o uso de agregados recicláveis.

A partir da análise da Matriz Aspectos x Oportunidades de Negócio Circular (MAOC), foi possível identificar de forma estruturada boas práticas e dificuldades existentes no canteiro estudado e potenciais oportunidades de negócios circular relacionadas ao gerenciamento dos resíduos produzidos na obra (Figura 3).

Na matriz observam-se oportunidades de negócios para todos os resíduos Classe B produzidos pela obra estudada. Onze cooperativas e empresas parceiras foram identificadas em torno próximo ao canteiro, sendo que a maioria não cobra transporte e/ou a destinação final do RCD. O único insumo analisado sem local de destinação adequada próximo à obra é o resíduo de madeira. Entretanto, devido à quantidade e volume de resíduo gerado no canteiro no período, foi observado um empenho do gestor em viabilizar a destinação da madeira para indústrias parceiras que utilizam o material como biomassa, de modo a evitar o custo de destinação final deste material em aterro.

Portanto, a gestão de resíduos classe B identificada mostra que existem ONC para todos os tipos de resíduos classe B gerados. Contudo, o gestor somente identifica a necessidade de efetivar esta prática a partir de um volume que justifique o “trabalho”

extra de gestão atrelado a isto, o que é um contrassenso frente aos princípios da EC, que preconizam a otimização de recursos e a busca pela não geração de resíduos.

Figura 3 – MAOC aplicada

ASPECTO/PROCESSO	CLASSE A			CLASSE B			CLASSE D		
	RCD	ESTRU-TURA	SITUAÇÃO	RCD	ESTRU-TURA	SITUAÇÃO	RCD	ESTRU-TURA	SITUAÇÃO
CANTEIRO	CONCRETO	M	M	PLÁSTICO/ PAPEL/PAPELÃO	A	M	AMBULA-TORIAL	M	A
EPC	-	-	-	MADEIRA	M	A	-	-	-
EPC	-	-	-	PREGO	A	A	-	-	-
EPC	-	-	-	TELA DE PLÁSTICO	A	M	-	-	-
CRAVAÇÃO (EST. METÁLICA)	-	-	-	SUCATA DE AÇO	A	A	-	-	-
ESCAVAÇÃO (TUBULÃO)	ARGILA	A	A	-	-	-	-	-	-
ARMAÇÃO (TUBULAÇÃO)	-	-	-	SUCATA DE AÇO	A	A	-	-	-
CONCRETAGEM (TUBULÃO)	CONCRETO	M	M	-	-	-	-	-	-
ESCAVAÇÃO (BLOCOS)	ARGILA	A	A	-	-	-	-	-	-
ESCAVAÇÃO (BLADRAME)	ARGILA	A	A	-	-	-	-	-	-
EXECUÇÃO FÔRMA	-	-	-	MADEIRA	M	A	-	-	-
EXECUÇÃO FÔRMA	-	-	-	PREGO	A	A	-	-	-
ARMAÇÃO ESTRUTURAL	-	-	-	SUCATA DE AÇO	A	A	-	-	-
CONCRETAGEM	CONCRETO	M	M	-	-	-	-	-	-

Legenda: Estrutura: (B) Baixo - Não há ponto de reciclagem; (M) Médio - Ponto de reciclagem distante; (A) Alto - Ponto de reciclagem próximo; Situação: (B) Baixo – Não há condição de separação; (M) Médio – Há condição de separação; (A) Alto – Separação já realizada

Fonte: autores

Observou-se dificuldade na gestão dos resíduos classe A relacionados ao serviço de movimentação de solo. Visto o grande volume produzido, existe dificuldade em encontrar parceiros suficientes para utilizar a quantidade a ser exportada. Ainda assim, o gestor identificou empresa parceira que realizava serviços extensos de terraplenagem, e que pôde aproveitar todo material produzido pelo canteiro no período estudado. Como o local de destinação do resíduo se situava a uma distância mediana do canteiro, a estratégia encontrada foi caracterizada como uma ONC de grande valia.

Por fim, observou-se importante dificuldade para a implementação de processos circulares na logística de destinação dos resíduos Classe A provenientes de concretagem. As dificuldades estão relacionadas tanto ao pouco volume existente na percepção do gestor da obra, o que desmotiva a separação em canteiro, quanto a falta de usinas de reciclagem próximas. Cabe destacar que o volume reduzido de resíduos representa um ponto positivo na visão ambiental e circular. Boas práticas executivas realizadas pela construtora (otimização de processos e alto nível de controle das execuções) foram importantes para esse resultado. Por outra parte, nota-se que Salvador carece de um mercado mais amplo e estruturado de empresas de beneficiamento de resíduos classe A, tendo em vista a demanda do setor da construção civil existente na região. Assim, esta ONC foi classificada com um potencial mediano de implementação.

A Tabela 2 apresenta os 3 indicadores adotados para analisar os impactos da aplicação das ONC identificadas no canteiro objeto de estudo e seus resultados.

Tabela 1 – Indicadores de impacto das Oportunidades de Negócio Circular

Indicador	Descrição	Fórmula	Resíduo	Valor
Econômico	Análise comparativa de custos (C) envolvidos no processo com ONC frente ao processo sem ONC (incluindo custos de h, estrutura, impostos e taxas)	$(C_{(COM\ ONC)} - C_{(SEM\ ONC)})$ / Processo	Solo	61,5%
			Concreto	42,1%
			Classe B	100%
			Madeira	14,9%
Ambiental	Análise comparativa da quantidade de resíduos (QR) reaproveitados no processo com ONC frente ao processo sem ONC	$(QR_{(COM\ ONC)} - QR_{(SEM\ ONC)})$ / Processo	Todos	100%
Produção	Análise comparativa de hora/homem (Qhh) envolvidas no processo com ONC frente ao processo sem ONC	$(Qhh_{(COM\ ONC)} - Qhh_{(SEM\ ONC)})$ / Processo	Todos	0%

Fonte: autores

Os indicadores de produtividade evidenciam que a prática das ONC não afetam nem positivamente nem negativamente a produtividade em canteiro. Os indicadores ambientais, por sua vez, demonstram que as ONC trazem relevantes benefícios. Já os indicadores econômicos apresentam resultados variáveis em função do resíduo em questão, visto as condições do canteiro e a estrutura existente no entorno. Em todos os casos, o resultado apresentou-se positivo, apresentando valores entre 14,9 e 100%.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo coletou informações acerca da gestão de RCD dentro do canteiro de obras, reunindo dados sobre a logística de manejo dos resíduos, a quantidade produzida por tipologia, logística de destinação e descarte, boas práticas, e particularidades vividas no canteiro. A estrutura metodológica proposta tratou os dados de forma direta facilitando o entendimento e seu uso pelo gestor. Os instrumentos propostos (matriz e as planilhas de indicadores) permitiram uma construção de informações que proporciona ao gestor uma visão analítica sobre a gestão de resíduos no seu canteiro, possibilitando o alinhamento das suas decisões a princípios da EC. Cabe destacar que este estudo se restringe à análise de práticas circulares relacionadas ao reaproveitamento e reciclagem de resíduos, já que possui seu foco na análise da gestão de RCD. Observa-se, contudo, que EC aplicada ao canteiro de obras também pode e deve abarcar práticas como otimização do uso de recursos, redução do uso de material, reuso, dentre outras ações.

Espera-se que futuros estudos possam aplicar a MAOC em outras obras, buscando sua melhoria, validação e ampla adoção. Espera-se que os resultados deste estudo fomentem a economia circular dentro do canteiro de obras e que possam servir como referência para outras avaliações que busquem identificar ações para amenizar os impactos da indústria da construção ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO NBR 14.001:** Sistema de gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. **Relatório de 2019.** São Paulo: ABRELPE, 2019.

CBIC. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil. 2019.** Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil. Acesso em 09 dez 2020.

CONAMA. CONGRESSO NACIONAL DEL MEIO AMBIENTE. **Economía Circular en el sector de la construcción**. Madrid: CONAMA, 2018.

EMF. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Growth Within: **A Circular Economy Vision for a Competitive Europe.** Cowes: EMF, 2015.

EMF. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Making Buildings with New Techniques that Eliminate Waste and Support Material Cycles.** Cowes: EMF, 2019.

KORHONEN, J., HONKASALO, A., SEPPÄLÄ, J. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecol.Econ.,** v.143, p. 37–46, 2018.

MORATÓ, J.; TOLLIN, N.; JIMÉNEZ, L.; **Situacíon y evolución de la economía circular en España**. Barcelona: COTEC, 2017.

ROSADO L. P., VITALE P, PENTEADO CS, ARENA U. Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 634-642, 2017.