A ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE SOBRE A GESTÃO E RECICLAGEM DE RCD EM SALVADOR (Bahia - Brasil)

JADI TOSTA VENTIN IGLESIAS (1), ELAINE PINTO VARELA ALBERTE (1), ALEX PIRES CARNEIRO (1)
(1) Universidade Federal da Bahia

RESUMO

A Construção Civil é responsável por grandes impactos ambientais, seja pelo consumo de materiais ou pela geração de resíduos de construção e demolição (RCD). A aplicação do conceito de Economia Circular (EC) à esta indústria é fundamental, visto que este pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar) para o uso de um modelo cujos materiais são desenvolvidos para retornarem de forma eficiente à linha de produção. Possui, assim, alto potencial para resolver os desafios ambientais do setor, além de abrir oportunidades de mercado e crescimento econômico, pois prevê novas tecnologias, processos, serviços e modelos de negócios. Este artigo busca analisar a situação e evolução da Economia Circular no setor da Construção Civil de Salvador (BA), sob o enfoque da gestão e reciclagem dos resíduos gerados. O estudo reúne e analisa os indicadores disponíveis, e aponta os principais atores envolvidos na região. Os resultados identificaram particularidades e dificuldades existentes na região, apontando a necessidade de novas alternativas de destinação para os resíduos gerados. Espera-se que os resultados possam contribuir para o fomento da EC na Construção Civil de Salvador e de outros municípios do país, e conseqüentemente, contribuam para minimizar os impactos negativos dessa indústria e generar benefícios econômicos e sociais.

Palavras-chave: economia; circular; resíduos; construção; demolição; RCD.

CIRCULAR ECONOMY IN THE CONSTRUCTION SECTOR: AN ANALYSIS OF MANAGEMENT AND RECYCLING OF CDW IN SALVADOR (Bahia - Brazil)

ABSTRACT

The construction sector is responsible for major environmental impacts, either by the consumption of materials or by the generation of construction and demolition waste (CDW). The application of the concept of Circular Economy (CE) to this industry is fundamental, since this assumes the rupture of the linear economic model (extract, transform and discard) for the use of a model whose materials are designed to return efficiently to the production line. It thus has high potential to address the environmental challenges of the sector, as well as opening up market opportunities and generate economic growth, as it requires new technologies, processes, services and business models. This article analyses the situation and evolution of the Circular Economy in the construction sector of Salvador (Bahia - Brazil), regarding the generation, management and recycling of waste. The study gathers and analyses indicators available and points out the main actors in the region. The results identified particularities and difficulties in the region, revelling the need for new destination alternatives for the generated waste. It is expected that the results presented here can contribute to the promotion of the CE in the Civil Construction of Salvador and other municipalities of the country, and, consequently, contribute to mitigate the negative impacts of this industry and to generate social economic benefits.

Key-words: economy; circular; waste; construction; demolition; CDW.

1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é um dos setores econômicos mais importantes e influentes da economia mundial. Esta indústria promove uma contribuição de cerca de um décimo do total do PIB global e se apresenta como um grande gerador de emprego. Por outro lado, a indústria da Construção Civil é o setor industrial que mais consome matéria prima em todas as partes do mundo.

Segundo OECD(1), o setor da construção civil é responsável por mais de um terço do consumo global de recursos naturais. Além disso, é importante considerar a energia utilizada na transformação dessas matérias primas em produtos, seu transporte até o local de uso, e os recursos adicionais necessários para sua manutenção, desmobilização e demolição ao final da vida útil. Assim, o setor se coloca também responsável por grande parte do consumo de energia e água, e geração de CO_2 (Plessis(2)). A ONU Meio Ambiente estima que 40% das emissões globais de CO_2 podem ser atribuídas à indústria da construção (UN Environment(3)).

No que se refere a geração de resíduos, John(4) estima que a produção mundial se encontre entre valores de 163 a más de 3000 kg per capita, com valores típicos entre 400 e 500 kg per capita. O Banco Mundial estima que o setor da construção civil gera cerca de 40% de todos os resíduos sólidos urbanos (World Bank(5)). Diversos estudos (Siew(6); Kofoworola & Gheewala(7); Carneiro et al(8); entre outros) indicam que o descarte ilegal de resíduos de construção é outro problema comumente encontrado na indústria da construção civil.

A aplicação do conceito de Economia Circular (EC) à esta indústria é fundamental, visto que este pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar) para o uso de um modelo cujos materiais são desenvolvidos para retornar de forma eficiente à linha de produção. Possui, assim, alto potencial para resolver os desafios ambientais do setor, além de abrir oportunidades de mercado e crescimento econômico, pois prevê novas tecnologias, processos, serviços e modelos de negócios (Morató et al(9)).

Nesse sentido, a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) se destaca como uma atividade que contribui fortemente para o desenvolvimento da circularidade das atividades econômicas desta indústria. A reciclagem de RCD produz benefícios ambientais tais como redução no volume de extração de matéria-prima, consumo de energia, emissões de CO_2, poluição gerada, disposição inadequada de resíduos potencialmente recicláveis em aterros sanitários e custos municipais pelo tratamento desses resíduos. Além disso, a reciclagem do RCD permite em muitos

casos o fechamento do ciclo produtivo da construção civil, uma vez que o processo de produção de agregados reciclados é semelhante à produção de agregados convencionais e pode fornecer materiais para uso na mesma indústria (Alberte[10]).

Iwasaka[11] afirma que para implementar uma economia circular deve-se levar em consideração o nível de circularidade atual e a que se almeja atingir. Lieder e Rashid[12] trazem dois tipos de abordagens diferentes para implementação em larga escala (sentido top-down e sentido bottom-up). O sentido top-down (de cima para baixo) envolve políticas e legislações especificas, infraestrutura de suporte e consciência social. Por outro lado, o sentido bottom-up (de baixo pra cima) que utiliza modelos colaborativos de negócio, melhorias em design de produtos e cadeias de suplementos, além de tecnologia da informação.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise acerca da aplicação do conceito de economia circular no setor da indústria da Construção Civil no município de Salvador, usando a abordagem top-down, com foco na gestão e reciclagem de resíduos de construção e demolição. O estudo proposto compreenderá o levantamento e tratamento de dados para identificar boas práticas, dificuldades e oportunidades de melhoria no contexto de gestão do município e do gestor de obra.

Espera-se que os resultados possam fomentar a prática de atividades econômicas circulares do setor da Construção Civil da Região Metropolitana de Salvador (RMS) e demais municípios do país, e produzam contribuições exitosas em caráter prático para amenizar os impactos dessa indústria e consolidar o setor de reciclagem de RCD na região.

2. ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RCD

O conceito de EC tem sido amplamente difundido nos ultimos anos buscando aprimorar a cadeia de produção, consumo, distribuição e recuperação de materiais e energia (Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S.[13]). Segundo estes autores, a EC se apresenta como um novo paradigma de desenvolvimento que implica repensar processos econômicos e atividades humanas dentro das restrições ecológicas do planeta. Diversos estudos, entre eles Huang et al.[14]; Esa et al.[15]; Lu & Yuan[16], indicam que o enfoque da EC e seus principios básicos de “Reduzir, Reutilizar e Reciclar” podem ser aplicados de forma eficaz no ciclo de vida das construções em especial no que tange a gestão, reciclagem e reuso dos resíduos de construção e demolição. A EC é considerada pelas industriais alinhadas com os desafios atuais da sustentabilidade e responsabilidade socioambiental como uma das prioridades de desenvolvimento estratégico para o século XXI, pois adota a

integração de questões crítica de sustentabilidade e desenvolvimento de negócios (World Economic Forum[17]). No entanto, Ritzén & Sandström[18], destacam que a EC ainda é apenas raramente e de forma fragmentada aplicada na prática. Os autores ainda destacam que a literatura até o momento é basicamente conceitual ou teórica e, embora barreiras relevantes sejam apontadas em pesquisas e publicações científicas, elas raramente são baseadas em casos empíricos.

Agregar valor ao RCD é uma questão complexa, que precisa ser enfrentada em várias frentes, em especial no que diz respeito a implantação dos conceitos da EC nas empresas de construção civil (Núñez-Cacho et al[19]). Este setor, por um lado extrai um significativo volume de recursos naturais, com destaque para os agregados naturais (areia e pedra), e, por outro lado, gera quantidades expressivas de RCD (Carneiro et al[8]). A aplicação do conceito de EC à esta indústria é fundamental, visto que este pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar) para o uso de um modelo cujos materiais são desenvolvidos para retornarem com eficiência à linha de produção (Siew[6]).

Andrews [20] destaca que EC implica principalmente em uma mudança de mentalidade que considera os resíduos como recursos potencialmente úteis e não como um problema para gerenciar e descartar em aterros, como na economia linear do passado. O autor frisa que na EC, os materiais, componentes e produtos finais são projetados para reutilização e reciclagem no final de sua vida, apoiando, assim, ciclos de produção e consumo mais sustentáveis. Isso requer a reversão do conceito original de resíduo que caracteriza a economia linear, para o conceito cíclico da EC. Os resíduos na EC passam a ser vistos como parte de um ciclo contínuo de material e energia que não deve ser bloqueado. As estratégias de EC identificam as melhores oportunidades de tratamento final para os residuais e redução da sua geração na fonte, principalmente através do aumento da eficiência na construção, eco desenho e na adoção de práticas de reciclagem e reuso (Prendeville et al.[21]; Esa et al.[15]).

A detalhada revisão bibliográfica feita por Ghisellini, Ripa e Ulgiati [13] demonstra que, na maioria dos casos, a reutilização / reciclagem de RCD no final de vida de um edifício, bem como a produção de produtos reciclados, proporcionam benefícios ambientais e econômicos. No entanto, a viabilidade da aplicação da EC é muito específica dependendo de vários fatores locais, como tipo de material, os elementos de construção, as distâncias de transporte, o contexto econômico e político.

Indicadores como ferramentas de apoio a decisão

Os indicadores são poderosas ferramentas de apoio a toma de decisões. A adoção de indicadores para avaliar e monitorar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável é fortemente recomendada por cientistas (Bolcárová & Kološta [22]; Cornescu & Adam [23]), formuladores de

políticas (UNDESA [24]), instituições internacionais (OECD[1]), governos [9] e setor empresarial[17]. Segundo Morató et al [9], para poder aplicar de forma prática e eficiente os conceitos da EC, é necessário ter um conjunto de indicadores devidamente contextualizados e enquadrados dentro de um marco de referência adequado. Contudo os autores afiram que a adoção de indicadores específicos da EC é uma abordagem recente em pleno desenvolvimento e que sua aplicação prática requer certo consenso entre as esferas técnico-científica, os setores envolvidos e os responsáveis pela tomada de decisões.

A qualidade e a confiabilidade dos indicadores dependem do aprimoramento constante dos meios para avaliar os conjuntos de indicadores mais adequados para cada situação específica ou objetivo. A pesquisa identificou quatro bibliografias recentes que propõem conjuntos de indicadores para EC (Morató, Tollin e Jiménez, [25]; Geng at al. [26], An, Maarten e Veronique, [27], EEA REPORT[28]). O quadro 1 apresenta um resumo destes conjuntos de indicadores adaptado ao setor de construção civil, com suas respectivas descrições, agrupando estes nas fases de projeto/uso e construção/ demolição.

A literatura especializada (Aveline et. al [29]; James et al.[30]; Cloquell-Ballester et al.[32]) apresenta vários métodos que podem ser aplicados para apoiar o processo de escolha de um indicador ou um conjunto deles. Entre eles estão a avaliação especializada, critérios referenciais, seleção participativa, método 3S - auto, validação científica e social, comparação de dados reais, revisão metodológica e teste de utilidade (aplicação e observação). Cada contribui de forma diferente para se buscar a melhor aplicabilidade e qualidade. Niemeijer & de Groot [32], Gudmundsson [34] e outros mencionam que a seleção de indicadores não é uma tarefa comum. O processo de seleção deve ser feito de forma transparente e cientificamente válida e deve incorporar sempre que possível as partes interessadas, mas não à custa de se tornar um processo excessivamente desestruturado, pois é necessário um equilíbrio entre as abordagens top-down e bottom-up (Reed et al.[34]).

Morató et al [9], concluiu que em um processo de construção de sistemas de indicadores da EC, deve-se ter em mente que uma parte considerável dos indicadores ainda não está totalmente desenvolvida. Os autores destacam que isso é especialmente visto nos indicadores relacionados à prevenção na fonte, eco-desenho e eco-inovação. Por sua vez, nota-se que houve um progresso significativo nos últimos anos nos indicadores de uso eficiente dos materiais e na gestão de resíduos. Este trabalho parte da premissa que são necessários maiores esforços para a seleção de indicadores que forneçam uma visão mais completa e detalhada do progresso da EC, em especial no setor de construção civil.

Quadro 1: Indicadores identificados na bibliografia

Fase	Indicador	Definição	Morató, Tollin e Jiménez[25]	Geng at al.[26]	Na, Maarten e Veronique[27]	EEA REPORT[28]
Projeto e Uso	Proporção de materiais reciclados em novos produtos	Indicador quantitativo sobre a quantidade de especificações de produtos reciclados	X			
	Nível de circularidade das empresas produtoras	Taxas de perdas durante a produção das matérias primas e durante os processos produtivos			X	
	Projeto promovendo menor uso de recursos naturais durante a vida útil	Indicador qualitativo de utilização de reaproveitamento de águas e materiais, além de fontes alternativas de energia				X
	Projeto pensando em uma possibilidade de reforma	Indicador qualitativo de aumento da vida útil do empreendimento				X
Construção e Demolição	Resíduos sólidos descartados	Total de material que segue para descarte final (ton)		X		
	Produção do principal recurso mineral utilizado na indústria analisada	Produção de brita em toneladas		X		
	Taxa de reciclagem de resíduos urbanos em geral	Indicador quantitativo (Quantidade de resíduos produzidos/Quantidade de resíduos reciclados)			X	
	Taxa de reciclagem de resíduos de construção e demolição	Indicador quantitativo (Quantidade de resíduos produzidos/Quantidade de resíduos reciclados)			X	
	Pegada Ecológica	Indicador quantitativo do impacto da produção de empreendimento			X	
	Consumo de matérias primas secundárias	Consumo de itens como madeira, vidro, plástico e etc.			X	
	Consumo de matérias verdes	Madeira de reflorestamento, plástico reciclado e etc	X			
	Consumo de água	Quantidade total de consumo de água na produção do empreendimento	X			
	Volume de aguas utilizadas nos processos de reciclagem de materiais	Indicador quantitativo em litros	X			
	Qualidade do material reciclado	Indicador qualitativo de ensaios dos materiais reciclados	X			
	Taxa de recuperação de energia	Mede benefícios potenciais que podem ser obtidos a partir de sua recuperação de energia elétrica, produtiva ou de deslocamento			X	

3. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um levantamento descritivo, feito com o apoio de publicações científicas e institucionais. A pesquisa do tipo levantamento descritivo, segundo Filippini[35], objetiva descrever um certo comportamento ou fenômeno dentro de uma população, sem o objetivo direto de desenvolver teorias, ainda que através dos fatos descobertos possam ser alcançados tais resultados.

Inicialmente foi realizada revisão bibliográfica sistemática sobre literatura existente no cenário nacional e internacional acerca da gestão de RCD na perspectiva da EC, incluindo metodologias de análise e indicadores aplicáveis. Para tal, foram revisados artigos publicados em periódicos científicos internacionais e nacionais, livros, teses, dissertações, relatórios técnicos, pesquisas setoriais e anais de conferências internacionais e nacionais relacionados ao tema. A partir dos resultados da pesquisa bibliográfica, foram identificados indicadores aplicáveis a análise da circularidade econômica do setor da Construção Civil, sob o enfoque da gestão e reciclagem de RCD Classe A, conforme Resolução CONAMA 307[36]. Os resultados desta etapa estão apresentados no Quadro 1 (Item 2).

Em seguida foi realizada uma análise acerca dos dados disponíveis no município de Salvador sobre geração e gestão de resíduos Classe A, e oferta e uso de agregado reciclado. Adotou-se a abordagem top-down com o objetivo de traçar o panorama atual da circularidade dos RCDs na região. Para tal, foram analisados documentos e dados disponibilizados pelos órgãos municipais responsáveis pela gestão de resíduos municipais, bem como sindicatos e associações relacionados ao setor da construção da região (LIMPURB – Empresa de Limpeza Urbana de Salvador, SECIS – Secretaria da Cidade Sustentável e Inovação, SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia).

A partir deste levantamento, foi possível coletar dados sobre leis e políticas públicas existentes; quantidade de resíduo Classe A coletado pelo gestor; fontes de destino e tratamento de RCD existentes; e oferta de material reciclado. Com esses últimos, foram elaborados mapas e gráficos de análise com auxílio do Google Map Maker e Google Charts e Excel. Os resultados permitiram analisar a capacidade de reabsorção dos RCD gerados na região, e avaliar o nível de circularidade atual da economia local, bem como tendências e lacunas para potencializar esta circularidade. Finalmente, se propõe um sistema de indicadores de análise da circularidade do setor da Construção Civil dentro do âmbito municipal, tendo em vista a disponibilidade de dados do município e a bibliografia analisada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Leis e políticas públicas existentes – análise acerca dos incentivos legislativos

No âmbito de Salvador foram identificados, em especial, os seguintes incentivos legislativos:

- Resolução Conama 307[36], cuja última atualização se deu em 2015, e que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção, indicando a necessidade do município apresentar um Plano Municipal de Gestão de RCC.
- Lei nº 12.305[37], Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece diretrizes para gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, e determina as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Destaca-se por indicar que o RCD possui alto potencial de reciclagem e portanto, deve ser reconhecido como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Para o setor da Construção Civil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos indica que as construtoras são responsáveis pelos seus resíduos e rejeitos e devem realizar um plano

de gerenciamento de seus resíduos sólidos (coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final). Sinaliza, ainda, que a contratação de terceiros não isenta as construtoras da responsabilidade pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos. Portanto, todas as etapas de gestão dos resíduos (coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final) deverão ser monitoradas pelo gerador responsável.

- Lei Estadual nº 12.932[38], que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e que determina, entre outras coisas, que as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, estão sujeitas à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
- Decreto Municipal n°12.133[39], que dispõe sobre manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos resultantes das obras de construção civil e dos empreendimentos com movimento de terra - entulho - e dá outras providências. O decreto em questão, determina que o RCD gerado na zona urbana de Salvador só poderá ser depositado nas áreas previamente indicadas e autorizadas pela Prefeitura, através de seu órgão de limpeza urbana.
- Lei municipal Nº8.915[40] que dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; institui o cadastro municipal de atividades potencialmente degradadoras e utilizadoras de recursos naturais - CMAPD e a taxa de controle e fiscalização ambiental - TCFA, no Município de Salvador, e dá outras providências. Destaca-se por apresentar entre suas diretrizes o incentivo à reciclagem, ao reuso dos recursos naturais, ao desenvolvimento de pesquisas e à criação ou absorção de tecnologias mais limpas, para constante redução dos níveis de poluição e degradação ambiental.

Evidencia-se, assim, a existência políticas públicas municipais alinhadas com as políticas publicas estaduais e federais voltadas ao incentivo ao adequado gerenciamento de resíduos de construção e demolição. Contudo, como o objetivo de direcionar melhor o desenvolvimento e consolidação de uma EC para o setor, observa-se a carência por políticas mais especificas sobre o uso de agregados reciclados em obras públicas e privadas do município.

4.2. Geração, transporte e destinação de RCD – análise acerca dos agentes envolvidos

As análises dos dados focaram nos agentes geradores e transportadores de RCD, bem como nos agentes envolvidos com a destinação deste material.

Com relação à geração e destinação de RCD, observa-se que Salvador tem a disposição apenas um Aterro Ambiental de Inertes, que abriga a única usina de reciclagem fixa em operação responsável pela recepção dos RCD da região. Situado na Região Metropolitana na Cidade de Simões Filho, fica a cerca de 30km da região central de Salvador.

A figura 1 apresenta uma análise acerca da quantidade de RCD encaminhados para a referida destinação ao longo dos últimos três anos. Recebendo uma média de cerca de 65.000 ton/mês, observa-se que a maior fornecedora de RCD é a própria empresa de gestão municipal de resíduos sólidos e seus transportadores cadastrados, correspondendo em média a 88% de todo o fornecimento.

A Figura 2, por sua vez, apresenta em detalhe a variação, ao longo do referido tempo, de envio de RCD ao aterro, por parte da iniciativa privada. É possível notar uma leve ascensão dos fornecedores privados, o que sinaliza uma evolução da iniciativa privada em realizar a destinação correta do RCD.

Figura 1: Envio de RCD ao Aterro Ambiental do Município por responsável

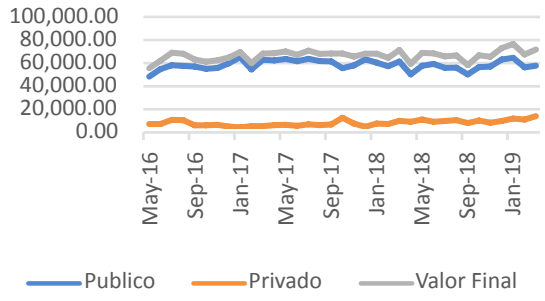
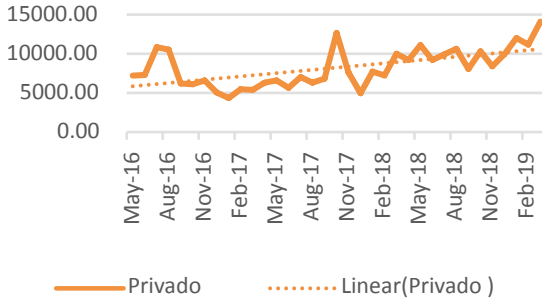
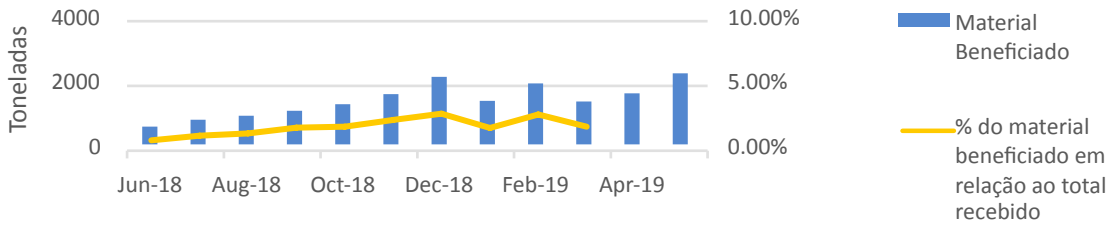


Figura 2: Envio de RCD ao Aterro Ambiental do Município – iniciativa privada



Porém de todo o material recebido pela empresa público-privada que administra o RCD da cidade, a figura 3 mostra que em média apenas 2% do material recebido é beneficiado e pode retornar a cadeia produtiva da construção em forma de doação. A média total de produção gira em torno de 1.300 ton/mês. O que também corresponde a menos 1% da produção de agregados naturais da região. Os dados de material total recebido foram disponibilizados apenas até março de 2019.

Figura 3: Quantidade de material beneficiado e relação percentual com material recebido



No contexto da seletividade nos processos de demolição foram identificadas 262 empresas com registro atualizado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Bahia (CREA-BA) que possuem como um dos objetivos sociais ações de demolição. Dentro das empresas listadas quase metade delas (123) se localizam dentro da RMS. Foi possível levantar informações sobre 74 dessas empresas, porém apenas 15 delas informaram que realiza ou já realizaram atividades de demolição seletiva. Isto corresponde a 20% das empresas que disponibilizaram informações, demonstrando que há a disposição capacidade técnica para a atividade, mas também um potencial espaço de aprimoramento do setor.

Em contrapartida, a distância da usina para a região central da cidade pode representar um empecilho para o consumo do agregado reciclado. Ainda que as empresas produtoras de agregado natural também se localizem em pontos mais distantes da região central, há um grande número de pedreiras dentro dos limites municipais com um capacidade de mineração capaz de atender as demandas da região por um tempo. Segundo Gonçalves, Moreira e Borges[41] o fornecimento de agregados graúdos ocorria antigamente dentro do perímetro urbano, porém com o desenvolvimento da cidade as pedreiras fornecedoras se concentraram nos limites da capital e em cidades próximas como Simões Filho e Lauro de Freitas (Figura 4). Todas as fontes atuais localizam-se em uma faixa de 15km de extensão de um alto estrutural. Das 7 principais pedreiras que abastecem a cidade, cinco apresentam aproximação de comunidades com construções informais fomentadas pelo crescimento desordenado da capital. Considerando uma produção média de 180.000 ton/mês, a perspectiva é que com estas pedreiras com uma taxa de recuperação de 80% tenham vida útil seja até meados de 2050, desconsiderando outras possíveis fontes que podem ser descobertas, mas sejam limitadas pelo desenvolvimento urbano.

Figura 4 – Mapa histórico de fontes de brita para construção civil da RMS



Figura 5 – Mapa histórico de fontes de areia para construção civil da RMS



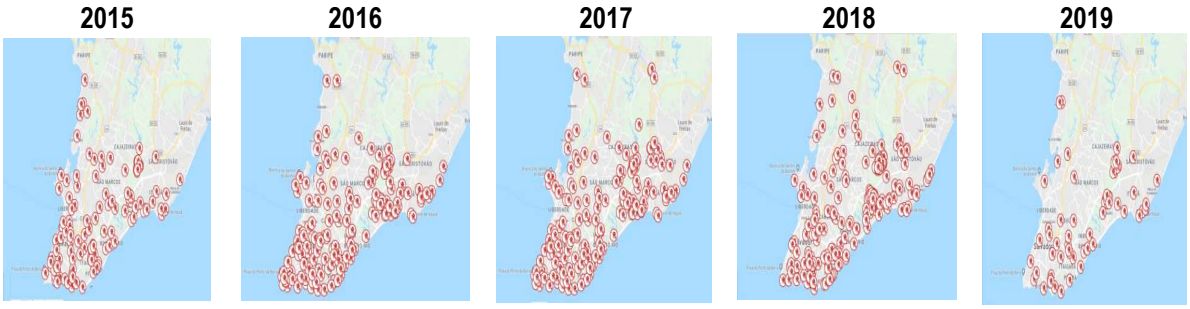
Fonte: Os autores com dados do CPRM

Segundo Gonçalves, Moreira e Borges[41] até a década de 80 a areia da construção civil na RMS era extraída de dunas litorâneas e mais tarde de dunas localizadas entre a lagoa do Abaetê e o Aeroporto Luís Eduardo Magalhães, como mostra a Figura 5. Porém, com algumas restrições ambientais implementadas o aproveitamento de areais brancas foi transferido para os municípios de Camaçari e Dias D'Ávilla, a cerca de 10km de Salvador e ainda na RMS. Estima-se que exista uma produção per

capita de cerca de 0,4 toneladas por ano. A perspectiva de esgotamento das areias brancas nessas localidades até 2023, como alternativas além da utilização do material reciclado estão o aproveitamento de materiais amarelados ou impuros de regiões adjacentes a fontes atuais ou utilização de material de formação Marizal entre os municípios de Catu e Alagoinhas com distâncias superiores a 80km da capital.

Finalmente, considerando o vetor de crescimento da cidade (Figura 6), a partir de gráficos elaborados com dados primários disponibilizados pela SEDUR (Secretária de Desenvolvimento Urbano) referentes a alvarás de novas construções, percebe-se que o município tende a se expandir em direção as pedreiras e a central de reciclagem de agregados. Isto sugere que os canteiros de obra estarão cada vez mais próximos dessas áreas, diminuindo gastos com deslocamentos tanto para a obtenção de agregado natural quanto reciclado. Esta situação em particular, pode proporcionar um ambiente mais ou menos favorável ao uso de agregado produzido a partir da reciclagem de RCD. O diferencial para escolha de qual material utilizar ocorrerá essencialmente pelo custo do agregado e de transporte. Apesar do crescimento em direção aos limites municipais ainda existe muitas novas obras surgindo principalmente na orla atlântica, obras de reforma na regiões centrais e crescimento informal no miolo da cidade que também são potenciais produtores de resíduos em dimensões individualmente menores.

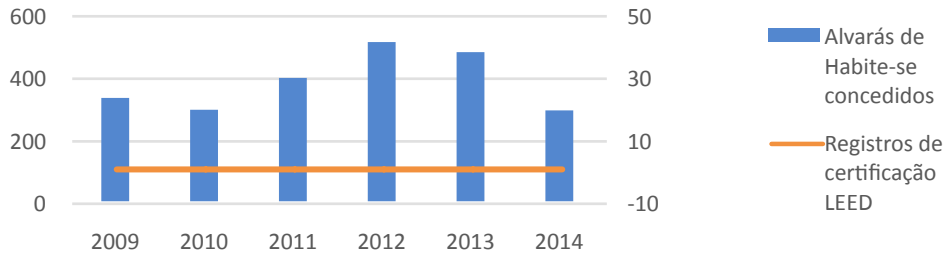
Figura 6: Mapas da construção formal em Salvador entre 2015 e 2019



No que se refere a certificações ambientais, há alguns empreendimentos no território com diferentes certificações, incluindo um programa de bonificação municipal (IPTU Verde) para edificações que em uso atendam alguns critérios de sustentabilidade. Dentre essas certificações ambientais destaca-se a certificação LEED que oferece pontuação para as iniciativas que utilizarem agregados reciclados. Segundo base de dados disponibilizada pelo Green Building Council Brasil (GBC Brasil), existem 1.372 edificações registradas no país e apenas 2% se encontram em território baiano. Apesar da primeira certificação nacional ter sido concedida em 2007, o município de Salvador só fez o primeiro registro em 2009. A figura 7 mostra a evolução de empreendimentos com Habite-se em Salvador, segundo SEDUR, e empreendimentos certificados de 2009 até 2014, segundo GBC Brasil. Apesar da flutuação do número de novas edificações que ocorreu durante o boom da construção civil entre os anos de 2012 e 2013, a

quantidade de certificações permaneceu constante e inferior a 1% do total. Apesar dos dados de Habite-se dos anos posteriores não estarem disponíveis, os dados das certificações demonstram que nos anos seguintes a média seguiu constante, apenas atingindo o nível de 0% no ano de 2017, provável reflexo da crise econômica que afetou o setor no período.

Figura 7 – Empreendimentos disponibilizados e empreendimentos registrados LEED na capital



Fonte: Os autores a partir de dados da GBC Brasil e SEDUR

4.3. Proposta de indicadores

A partir da análise dos dados levantados e da revisão bibliográfica acerca indicadores para EC, foi elaborada uma proposta de indicadores para aplicação no município de Salvador (Quadro 2).

Quadro 2: Proposta de indicadores para análise da circularidade econômica do Setor da Construção Civil do município de Salvador – foco em gestão de RCD

Fase	Indicador	Definição	Unidade	Disponibilidade	Periodicidade de coleta	Fonte potencial de dados primários
Projeto	Empreendimentos com certificações ambientais	Quantidade de empreendimentos certificados em comparação ao total de empreendimentos ofertados na região	%	Existente	Anual	SEDUR
Uso	Empreendimentos que fazem coleta seletiva	Quantidade de empreendimentos com separação dos resíduos em comparação ao total de empreendimentos ofertados na região	%	A elaborar	Anual	SECIS
Construção	Consumo direto de matérias primas	Comercialização de brita	Ton	Existente	Mensal/Anual	CPRM
		Comercialização de areia	Ton	Existente	Mensal/Anual	CPRM
	Perdas de materiais	Quantidade de material gerado para descarte	Ton	Existente	Mensal / Anual	LIMPURB
		Quantidade de material recebido em aterros	Ton	Existente	Mensal / Anual	LIMPURB
	Uso de materiais reciclados	Comercialização de agregado miúdo reciclado	Ton	A elaborar	Anual	LIMPURB
		Comercialização de agregado graúdo reciclado	Ton	Existente	Mensal/Anual	LIMPURB
	Distância de matérias primas	Distância dos pontos de crescimento da cidade para pontos de descarte de resíduos classe A	km	A elaborar	Anual	SECIS
Demolição	Empresas de demolição seletiva	Quantidade de empresas do munícipio que estão preparadas para realizar demolições seletivas	Unidade	A elaborar	Anual	CREA

Os indicadores propostos permitem através de dados acessíveis o acompanhamento da quantidade de matéria prima requerida pelo setor (consumo de agregados reciclado e naturais), um acompanhamento da evolução de resíduos descartados de forma regular e irregular (Material

recebido, pontos de descarte irregular e notificações de irregularidade), dificuldade de acesso ao agregado natural (distância dos pontos de construção aos pontos de lavra) e preocupação do setor com a sustentabilidade neste quesito (empresas de demolição seletiva e número de empreendimentos certificados). Estes indicadores fornecem um panorama geral para aplicação da economia circular no setor, visto que o agregado reciclado é reinserido no mercado com valor agregado inferior, devido a restrição de utilização em algumas partes estruturais de edificações e a possibilidade de poder ser reinserido novamente na cadeia em caso de uma nova demolição. Estes indicadores também permitem análises dos principais pontos de dificuldade para promoção da circularidade, como por exemplo a baixa taxa de reabsorção do mercado dos resíduos reciclados.

5. CONCLUSÕES

Dentro do contexto do que é gerado na RMS, é possível notar a importância dos órgãos de gestão de resíduos públicos na adequada destinação do material. Em contrapartida há também uma tendência de crescimento da iniciativa privada em encaminhar seus resíduos para reciclagem, buscando, além do descarte adequado, uma reinserção deste material na cadeia produtiva da construção.

Ações de âmbito municipal que poderiam contribuir para o melhor desenvolvimento da circularidade econômica do Setor da Construção Civil na região, com foco em RCD, podem compreender a criação de tecnologias para controlar/fiscalizar a destinação do RCD e a elaboração de especificações técnicas municipais para direcionar o uso de agregados reciclados em obras públicas da região.

Entende-se que existe uma grande relevância na abordagem da EC dentro do contexto da Construção Civil. Por isso, foi possível levantar uma gama de diversos indicadores que possibilitam a análise do nível de circularidade de empreendimentos e de regiões. Dentre eles, destacam-se 10 indicadores propostos que podem ser levantados com maior facilidade e apontam demandas e caminhos para se alcançar uma maior circularidade no setor. Espera-se que os indicadores selecionados possam fomentar iniciativas de sustentabilidade para o caminho da EC dentro deste município e que possa servir como referência para outras avaliações que busquem identificar ações para amenizar os impactos da indústria da construção ao meio ambiente.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à ABRECON pelo apoio a pesquisas relacionadas à gestão e reciclagem de RCD.

7. REFERÊNCIAS

1. OECD, **Working party on resource productivity and waste: a policy study on the sustainable use of construction materials**, 2015. Disponível em:< http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/EPOC/WPRPW(2017)1/FINAL&docLanguage=En>. Acessado em: 24 de maio de 2019.
2. PLESSIS, C. D. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Disponível em: <www.buildnet.co.za/akani/2002/nov/01.htm.>.Acessado em 27 de maio de 2019.
3. UN ENVIRONMENT. **Global status report 2018: towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector**. 2018. Disponível em:< https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf >. Acessado em: 24 de maio de 2019
4. JOHN, V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.
5. WORLD BANK. **What a waste: a global review of solid waste management**, 2012. Disponível em: < http://documents.worldbank.org/curated/pt/302341468126264791/pdf/68135-REVISED-What-a-Waste-2012-Final-updated.pdf>.Acessado em: 24 de maio de 2019.
6. SIEW, R. **Are we ready for circular economy? Towards zero waste in construction**. Sustainable Buildings, 2019. 4.
7. KOFOWOROLA, O.F.; GHEEWALA, S.H.; **Estimation of construction waste generation and management in Thailand**. Waste Mang., 2009. 29. 731-738.
8. CARNEIRO, A.; BRUM, I; CASSA, J. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.
9. MORATÓ, J. et al. **Situación y Evaluación de la Economia Circular en España**. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación, 2017.
10. ALBERTE, E. **Evaluación de la Sostenibilidad Ambiental de Hormigones con Áridos Reciclados Procedentes de Residuos de Construcción y Demolición**. Barcelona, 2012. Tese (Doutorado) - Departament de Projectes d'Enginyeria, Universitat Politècnica de Catalunya.
11. IWASAKA, F. Y. **Políticas públicas e economia circular: levantamento internacional e avaliação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, 2018
12. LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. Journal of Cleaner Production. V. 115. p. 36-51. Março 2016.
13. GHISELLINI, P.; RIPA, M., ULGIATI, S. **Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review**. Journal of Cleaner Production, 2018. 178, 618–643.
14. HUANG, B.; WANG, X.; KUA, H.; GENG, Y.; BLEISCHWITZ, R.; REN, J.. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. Resour. Conserv. Recycl, 2018. 129, 36-44.
15. ESA, M.R,; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing con- struction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. Cycles Waste Manag, 2017. 19. 1144-1154.
16. LU, W.; YUAN, H. A framework for understanding waste management studies in construction. Waste Manag, 2011. 31. 1252-1260.
17. WORLD ECONOMIC FORUM. **Towards the Circular Economy : Accelerating the scale-up across global supply chains**. 2014. World Economic Forum Reports, Geneva.
18. RITZÉN, S. SANDSTRÖM, G.O.; **Barriers to the Circular Economy – integration of perspectives and domains**. CIRP, 2017. 64. 7-12.
19. NÚÑEZ-CACHO, P.; GÓRECKI, J.; MOLINA, V.; CORPAS-IGLESIAS, F. A. **New Measures of Circular Economy Thinking In Construction Companies**. Journal of EU Research in Business, 2018, 1–16.
20. ANDREWS, D. **The circular economy, design thinking and education for sus- tainability**. Local Econ., 2015. 30 (3). 305-315.

21. PRENDEVILLE, D. S.; SANDERS, C.; SHERRY, J.; COSTA, F. Circular Economy: Is it enough? Ecodesign Centre Wales Report, 2014.
22. BOLCÁROVÁ, P.; KOLOSTA, S. **Towards the Circular Economy : Accelerating the scale-up across global supply chains**. Ecological Indicators, 2015. 48. 699-705.
23. CORNESCU, V.; ADAM, R.; Considerations Regarding the Role of Indicators Used in the Analysis and Assessment of Sustainable Development in the E.U. Procedia Economics and Finance, 2014.
24. UNDESA.Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, 2007. 3rd Edition. UN Department of Economic and Social Affairs , New York.
25. MORATÓ, J.; TOLLIN, N.; JIMÉNEZ, L.; **Situacíon y evolución de la economía ciruclar en España**. COTEC, 2017.
26. GENG, Y.; FU, J.; SARKIS, J.; XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. Journal of Cleaner Production, 2012. 23. 216-224.
27. AN, V.; MAARTEN, C.; VERONIQUE, V.H. **Indicators for a Circular Economy**. DEPARTMENT OF ECONOMY SCIENCE & INNOVATION, 2018.
28. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Circular by design - Products in the circular economy**. EEA Report, 2017. nº6.
29. AVELINE, A.; ROUSSEAU, M. L.; GUICHARD, L,; LAURENT, M.; BOCKSTALLER, C. **Evaluating an environmental indicator: Case study of MERLIN, a method for assessing the risk of nitrate leaching**. Agricultural Systems,2009. 100(1-3), 22–30.
30. JAMES, C.A.; KERSHNER, J.; O'NEILL, S.; LEVIN, P.S. **A methodology for evaluating and ranking water quantity indicators in support of ecosystem-based management**. Environmental Management, 2012. 49(3). 703-19.
31. CLOQUELL-BALLESTER, V.A.; MONTERDE-DÍAS, R.; SANTAMARINA-SIURANA, M.C. Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. Environmental Impact Assessment Review, 2006. 26, 79-105.
32. NIEMEIJER, D.; DE GROOT, R.S. **A conceptual framework for selecting environmental indicator sets.** Ecological Indicators, 2008. 8(1), 14-25.
33. GUDMUNDSSON, H. Criteria and methods for indicator assessment and validation - a review of general and sustainable transport related indicator criteria and how to apply them. 2010. Disponível em:< http://cost356.inrets.fr/pub/reference/reports/C356_2.2_report_criteria_HG_220410.pdf>. Acessado em: 24 de maio de 2019.
34. REED, M.; FRASER, E.D.; MORSE, S.; DOUGILL, A.J. **Integrating methods for developing sustainability indicators to facilitate learning and action**. Ecology and society, 2005. 10(1).
35. FILIPPINI, R. **Operations management research: some reflections on Evolution, models and empirical studies in OM**. International Journal of Operations & Production Management, v.17, n. 7, p. 655-670, 1997.
36. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº136, 17 de julho de 2002. Seção I, p.95-96.
37. BRASIL. **Lei nº12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010.
38. BAHIA. **Lei Estadual nº 12.932/14**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.
39. SALVADOR. **Decreto Municipal nº 12.133/98** - dispõe sobre manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos resultantes das obras de construção civil e dos empreendimentos com movimento de terra - entulho - e dá outras providências, 1998.
40. SALVADOR. **Lei municipal nº8.915 de 2015**. Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
41. GONÇALVES, J. C. V.; MOREIRA, M. D.; BORGES; V. P. Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Série Rochas e Mneiras Industriais, nº2, 2008.