



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

OS DESAFIOS DA ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcelo Ricardo de Campos

Grupo de Organizações, Trabalho e Tecnologia - Fundação Hermínio Ometto (FHO)

Ivana Salvagni Rotta

Grupo de Organizações, Trabalho e Tecnologia - Fundação Hermínio Ometto (FHO)

Resumo: A indústria de construção civil vem sendo reconhecida como uma das mais importantes atividades econômicas no país. No entanto, esse setor apresenta grandes problemas relacionados aos impactos ambientais causados pelas construções, a extração desenfreada de recursos naturais, a grande quantidade de resíduos e entulhos gerados durante o processo de execução da obra, sendo alguns desses problemas. O grande desafio para esse setor é conseguir diminuir esses impactos. A economia circular surge como uma alternativa baseada em um modelo econômico nos 3RS (reduzir, reciclar e reutilizar), portanto é de extrema necessidade que haja um gerenciamento nas obras destinando um descarte correto. Esse artigo tem como objetivo analisar a implantação da economia circular na indústria construção civil, de forma a amenizar os impactos ambientais, tornando a construção sustentável, com tomadas de decisões racionais, preservando o planeta a longo prazo. A metodologia utilizada foi à revisão bibliográfica, em diferentes bases de dados a fim de identificar na literatura os artigos relacionados ao tema abordado. O resultado obtido foi de que é possível essa implantação desse sistema econômico circular, porém, no setor enfrentamos muitos desafios que dificultam essa atividade de forma efetiva, o uso economia circular na indústria de construção civil (ICC).

Palavras-chave: indústria de construção civil (ICC), sustentabilidade, economia circular.

THE CHALLENGES OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE CIVIL CONSTRUCTION INDUSTRY

Abstract: Currently, the civil construction industry has been recognized as one of the most important economic activities in the country. However, this sector presents major problems related to the environmental impacts caused by constructions, the unrestrained extraction of natural resources, the large amount of waste and debris generated during the construction process, being some of these problems. The big challenge for this sector is to be able to reduce these impacts. The circular economy emerges as an alternative based on an economic model in the 3RS (reduce, recycle and reuse), so it is extremely necessary to have a management in the works, allocating a correct disposal. This article aims to analyze the implementation of the circular economy in the

construction industry, in order to mitigate environmental impacts, making construction sustainable, with rational decision-making, preserving the planet in the long term. The methodology used was a literature review, in different databases, in order to identify articles related to the topic in the literature. The result obtained was that it is possible to implement this circular economic system, however, in the sector we face many challenges that make this activity difficult, effectively, the use of circular economy in the civil construction industry (ICC).

Keywords: *construction industry (ICC), sustainability, circular economy.*

1. Introdução

Desde a revolução industrial a economia mundial tem sido moldada de maneira linear, defendendo a extração, transformação, utilização e descarte (Braungart, McDonough; Fiskel J., 2009; Ellen MacArthur Foundation, 2012), porém, isso tornou-se agressivo ao meio ambiente necessitando assim, de um novo modelo pela qual beneficiaria um pensamento sustentável. Desta forma a Economia Circular surgiu na década de 70 e começou a ganhar espaço na Europa, com uma proposta de análise de novos fluxos circulares a partir do restabelecimento e reuso de insumos de maneira a efetivar a junção entre o crescimento econômico e a intensificação da extração de recursos.

A Construção Civil vem há muito tempo enfrentando dificuldades no mercado, gerando diferentes tipos de crise nas indústrias, o que ocasiona quedas nos investimentos financeiros voltados à tecnologia de gestão de projetos e execução. Com a finalidade de atenderem a alta demanda do mercado e uma estabilização financeira as empresas buscam concorrências. Esse setor de obra tem uma participação de quase 50% da economia abrangente do planeta, afetando a sociedade e o meio ambiente. Sendo um setor industrial muito amplo e diverso, tem como desafio principiar melhorias e romper modelos tradicionais já moldados na construção.

Frente a isso, surgem as modernizações tecnológicas de construção, providos de novos métodos de gestão que segundo Yukl (2005) baseia-se em grupos onde a cooperação e a comunicação são fatores indispensáveis. Conforme O'Reilly (2012) em seus estudos sobre a aplicação do sistema *Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção (BIM) mostra que este modelo veio solucionar problemas como redução de geração de resíduos, integrando profissionais de diversas áreas e trazendo ferramentas que podem ser utilizadas para facilitar o processo, possibilitando uma avaliação rápida, proporcionando aos arquitetos e engenheiros tomadas de decisões assertivas, evitando incompatibilidades, consequentemente diminuindo os custos.

Um bom planejamento é uma excelente forma de otimizar todos esses processos e garantir entregas no prazo, além dos investimentos realizados na utilização de princípios de gerenciamento de projetos. Uma gestão inteligente, no início da obra, também é fundamental e de extrema importância gerando o levantamento dos quantitativos de materiais e insumos, evitando um desperdício desnecessário, além de um estudo de viabilidades para uma melhor alocação do canteiro de obras, tornando-se mais eficiente.

Uma ferramenta não muito discutida, porém fundamental na economia circular da construção civil, é o tempo de durabilidade dos produtos e componentes, quando o produto utilizado na construção é de qualidade inferior, isso brevemente resultará em demolições ou reformas. A utilização de produtos e materiais de boa qualidade e procedência aumenta a durabilidade, e fomenta a competitividade. Quanto maior a vida útil, menos reparos serão necessários e consequentemente haverá uma diminuição de investimentos de reposição e degradação estrutural.

Durabilidade de produtos e insumos está relacionada com as manutenções periódicas, que quando executada de forma correta, oferecerá uma vida útil de longa duração. Essas variam de acordo com a classe de agressividade ambiental que se encontra exposto, portanto, utilizar-se da escolha do material correto é de extrema importância para não sofrer grandes degradações que afetam a estética e segurança exigindo um monitoramento e/ou manutenção que prevê a norma de desempenho brasileira ABNT NBR 15575 (2013) sobre a melhoria da qualidade das construções habitacionais.

Os produtos e materiais de alta qualidade exigem mão de obra especializada, o que infelizmente devido à falta de capacidade dos profissionais acarretam grandes perdas anuais em ressarcimentos e retrabalhos, ocasionando diversas manifestações patológicas que afetam o meio ambiente.

Para incentivar a concepção relacionada à preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade é primordial a educação ambiental de maneira que se efetive a prática da economia circular em processos produtivos minimizando os impactos do modelo tradicional baseado em práticas não sustentáveis, que afetam o planeta de modo geral.

Na indústria europeia a economia circular vem sendo aplicada a algum tempo, demonstrando um alto controle sobre desperdícios. No entanto, a construção civil está em processo de formação com pouco empenho, pois há um certo distanciamento entre a academia e a prática, esse problema abrange um espectro amplo, desde uma boa gestão de projetos, obras e execução, mão de obra qualificada e uso de produtos de alta qualidade. Diante desse contexto, o artigo tem como objetivo analisar a implantação da economia circular na Indústria de Construção Civil, de forma a amenizar os impactos ambientais, tornando a construção sustentável, como tomadas de decisões racionais, preservando o planeta a longo prazo.

2. Metodologia

De acordo com Marconi e Lakatos (2021), a revisão bibliográfica é uma pesquisa de obras já lançadas e publicadas. O seu desígnio é auxiliar o pesquisador a ter uma relação contínua com uma variedade de materiais escritos referente a um assunto em específico, facilitando o estudo e análise do pesquisador. Através de pesquisas bibliográficas, iniciou-se o trabalho com a busca de obras literárias relacionadas a sustentabilidade e meio ambiente. Após, foram analisados temas envolvendo a economia circular e sua aplicabilidade na indústria de construção civil.

3. Resultados e Discussões

3.1. Indústria de construção civil

Aproximadamente 60% dos colaboradores da indústria da construção civil, demonstram baixos níveis de escolaridade. Apenas 10% dos colaboradores conseguem escrever seu próprio nome, isso se torna prejudicial para o processo da construção, visto que a ausência de conhecimentos mínimos durante uma execução torna-se insuficiente para a conclusão das atividades (LEÃO, 2016). Na maioria dos casos são trabalhos simples, com isso acaba afetando o andamento dos investimentos aplicados, devido a realidade atual existente de falta de mão de obra qualificada.

Conforme Coelho (2003), devido à baixa escolaridade do setor da indústria de construção civil, ocasiona-se um índice insignificante de automação, produzindo um nível elevado de resíduos e rejeitos, conseqüentemente grande decepção do consumidor, além de tudo,

apresenta grande número de ocorrências referentes a patologias, sendo necessário um retrabalho e uma manutenção precoce do empreendimento construído.

A construção civil se distinguiu dos demais setores industriais por não possuir atributos semelhantes e linha de produção, dispondo de intervenções climáticas durante a execução das obras; por ter uma complicada rede de pessoas envolvidas, que possam vir a intervir no transcorrer das atividades (consumidores, engenheiros, arquitetos, técnicos); possui diversificados processos de andamento, que dificulta um resultado simultâneo; interação de muitas empresas de diversos segmentos, compartilhando a mesma produção; e o esforço do exercício, o itinerante da construção e o feitiço do trabalho artesanal no processo de construção (NEVES, 2014).

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) realizaram uma pesquisa mostrando que a indústria da construção civil enfrenta grandes problemas com a ausência de mão de obra qualificada, e até mesmo obstáculos em contratar profissionais com qualificação básica (serventes, pedreiros) para atender o crescimento do setor (NEVES, 2014).

A indústria da construção civil, no decorrer do tempo estava mais focada na área técnica de projetos estruturais e arquitetônicos, não concedendo uma dedicação às questões que evidenciam frontalmente o canteiro de obra: o desperdício de insumos e materiais, prazos, retrabalho que quase sempre provenientes de alteração de projeto no decorrer da execução (SANTOS 2010).

De acordo com Oliveira (2001) a grande dificuldade do setor da indústria de construção civil, está nas técnicas e procedimentos produtivos que não seguiu o avanço das tecnologias do setor. Os métodos e as técnicas utilizados pelos engenheiros e a prática representada pelos técnicos e mestres de obras apresentam bastante diferença (FARAH, 1992).

A qualificação da mão de obra no setor apresenta-se de maneira essencial e decisiva para o desfecho satisfatório de uma edificação. Sabendo da existência de uma ausência muito grande de conhecimentos técnicos e baseado em pesquisas realizadas, conclui-se que grande parte das patologias das construções são resultados de uma execução sem qualificação. Muitos dos fracassos das construções estão relacionados a essa falta de qualificação profissional, para isso, recomenda-se, modificações nos processos construtivos de forma a certificar a segurança e a durabilidade das edificações, capacitando os profissionais para as novas tecnologias, e conceitos que farão parte da realidade desse setor, tais como a economia circular.

3.2. Lean Construction

A construção civil apresenta níveis insignificantes de eficiência no setor e elevados índices de desperdícios, seja com insumos, materiais e mão de obra. Deste modo, se faz cada dia mais indispensável, o uso de um controle e gerenciamento do canteiro de obras. Conforme o mercado vem se mostrando muito competitivo, o empenho em sobreviver das indústrias, aumenta desenfreadamente, demandando possibilidades ágeis e inteligentes para a dissolução de adversidades.

Lean Construction, habitualmente chamada de construção enxuta, é uma teoria de gestão fundamentada no Sistema Toyota de Produção (STP). Essa teoria foi designada por Koskela (1992), e tem como objetivo: extinguir desperdícios, descomplicar metodologias, integrar valores, satisfazer as exigências e/ou necessidades do cliente e encurtar os prazos em consonância com o mesmo autor, conceitua-se como a última ideologia de

gestão de produção, derivada do Sistema Toyota de Produção, moldada para a indústria de construção civil.

Esse sistema fomentou a concorrência das empresas com relação à eliminação de desperdícios e perdas. Estas, não representam somente produtos com defeitos concebidos no Sistema de Produção em Massa, mas também, de “perdas de tempo”; recursos, mão de obra, maquinários e/ou equipamentos que não acrescentam valores. Koskela (1992) analisou a aplicação da indústria automotiva no setor da construção civil, surgindo assim, o conceito de “Construção Enxuta”.

Atualmente, o gerenciamento de obras no país é realizado de uma maneira improvisada, espontânea e racionaria (baseado em sistemas e modelos tradicionais), ocasionando assim, baixa eficiência; ausência de qualidade nos procedimentos bem como altos custos para produzir gerando elevadas taxas de desperdício.

Sendo assim, a *Lean Construction*, que descende de uma adequação do *Lean Production* para o setor da indústria de construção civil, veio para suprir essas deficiências do setor, com o intuito de uma melhoria e aperfeiçoamento. O intuito de agregar valor, é a modificação de conceitos de padrões no processamento de produção convencional (visto como improdutivo) com o emprego de onze princípios mútuos segundo Koskela (1992): amenizar a atuação que não associa importância (por exemplo, uma organização incorreta de funcionários de um setor da construção, sem dar preferência a uma gestão total dos setores); elevar o valor de acordo com as necessidades do cliente (lembrando que o valor pago por um cliente, será de acordo com sua satisfação); diminuir as intercorrências (oscilações e/ou mobilidades); diminuição dos períodos; otimizar processos reduzindo número de etapas; elevar versatilidade de saída; melhorar a clareza nos processos; enfatizar o domínio na globalização de processos (fazendo uso do critério “partes” acrescidas de um “todo” otimizado e produtivo); determinar evoluções contínuas nos processos; inserir melhoramentos de fluxos, com aprimoramentos de conversões; constituir uma acareação de serviços e produtos, também conhecido como “benchmarking” (um mecanismo de extrema importância em gestão de pessoas).

No modelo tradicional somente o fluxo da montagem é claramente baseado e influenciado pelo sistema de produção de Henry Ford; em contrapartida a Produção *Lean Construction*, todos os fluxos são notavelmente considerados: Fluxo de Informações, trabalho e materiais, que de fato não congregando significação à obra, são escassos, pois absorvem uma considerável proporção dos custos e do tempo da mão de obra executada.

O Planejamento e o Controle da Produção (PCP) é um instrumento de inserção, dessa ideologia *Lean Construction*, na indústria de construção civil, são retratados por entre duas grandezas fundamentais: a horizontal onde os procedimentos dos estágios são efetuados por níveis hierárquicos, e a vertical, que atribui como esses estágios estão ligados em todos os distintos níveis de hierarquia. Este pode ser decomposto em seis estágios: preparar o processo de planejamento, reunir informações, predeterminar os planos, disseminar conhecimentos, ou seja, todos os profissionais comprometidos com a obra compreenderão todos os seus deveres e obrigações na atividade e análise dos procedimentos de planejamento.

3.3. Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) é uma novidade no setor da engenharia civil, tanto para engenheiros quanto arquitetos. Através do BIM, o ciclo de vida de uma construção que sofre alterações em seus processos. Essas alterações adicionam fases a contar da criação e detalhamento de um projeto das diversas áreas de atuação envolvidas em uma construção (arquitetônicas, estruturais, elétrica, hidráulica), planejamento orçamento e a

execução dos serviços, levando em conta também a preservação, e para finalizar, a destruição ou demolição desta construção. (MANZIONE, 2013).

Tem-se uma variedade de tecnologias, sistemas operacionais e plataformas que contribuem facilitando no desenvolvimento do BIM, que são permissíveis à projeção de um modelo 3D da edificação a ser construída. Esse modelo abrange uma variedade de informações integradas que poderá ser executado nas diferentes áreas do setor da construção civil comprometidos no procedimento de efetivação do projeto (KASSEM; AMORIM, 2015). Como uma amostra de informações fornecidas, pelos modelos BIM, pode-se apresentar os insumos e elementos que farão parte da construção, o quantitativo e o consumo de cada um deles, a compatibilização de projetos (arquitetônico, hidráulico, estrutural, elétrico), resolução de conflitos entre as diversas áreas envolvidas, e muito mais (EASTMAN et al., 2014).

A união de todas as áreas apresentam algumas vantagens, como a integração de profissionais de diferentes atividades afim de contribuir para a otimização da construção. O BIM decorre de uma metodologia que facilita e otimiza a execução dos trabalhos em relação às construções e certifica-se em oferecer transformações consideráveis aos procedimentos e aos responsáveis comprometidos com a obra (MANZIONE, 2019).

Planejando um futuro mais sustentável para as construções, buscando abrandar os impactos ambientais causados pela indústria de construção civil, a utilização da tecnologia BIM vem ganhando espaço e adquirindo cada dia mais força, como sendo a ferramenta ideal para solucionar esse ponto. Além do que, esta tecnologia abrange uma área ainda maior, visando uma melhoria para o futuro com mais equilíbrio ao nosso planeta. Segundo Marcos (2015) é por meio desta inovação que conseguiremos uma racionalização dos procedimentos e satisfazer às viabilidades da indústria de construção civil.

Segundo Santos, Antunes e Balbinot (2014, p. 134), o sistema BIM se compara a “um unificado banco de dados em que seja qual for as referências associadas à construção podem ser constituídas ou removidas”. Com relação a esse banco de dados é correto afirmar que, em decorrência disto, esse modelo carece de uma boa gestão para essas referências, consequentemente, se torna um sistema inteligente de gestão das mais variadas referências que se interligam pelo sistema *Building Information Modeling* (WONG; FAN, 2013). Resumindo-se é um sistema de tecnologia inovador, a modelagem BIM colocada em prática, ainda está se iniciando. Persiste uma grande adversidade de função de forma participativa, que de alguma maneira se deve às culturas enraizadas no setor (OLIVEIRA; SCHEER; TAVARES, 2015).

3.4. Economia Circular

De acordo com Ellen M. F (2015), a economia circular tem como característica restaurar e regenerar, procurando preservar insumos em um nível superior, relacionado a tempo e valor, diferenciando entre ciclos técnicos e biológicos, idealizando uma análise centralizada no crescimento econômico sustentável, e filiada ao desenvolvimento ambiental. À vista disso, a economia circular oferece para economia um fluxo cíclico que favorece a diminuição dos impactos ambientais, como também, proporciona oportunidades de novos mercados (KORHONEN, HONKASALO, SEPÄLÄ, 2018).

Segundo Ellen M.F. (2017), a economia circular viabiliza inovações e criações valorizadas no Brasil, seguindo determinados conceitos. A economia circular abrange um conceito oposto à economia linear, que segue o modelo de extração, transformação e descarte (Braungart, et al., 2003; Fiskel J., 2009; Ellen MacArthur Foundation, 2012), já que sua designação na atualidade, propõe que os insumos descartados e desperdiçados se

tornem resíduos possíveis de um novo ciclo de produção ao qual será reinserido, congregando valores (Motta, 2018; Ellen M. F, 2015) com base nos seguintes princípios: manter e aperfeiçoar os recursos naturais monitorando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos que são renováveis; potencializar o rendimento de recursos gerando a circulação de insumos no mais alto nível de utilidade e tempo, tanto no ciclo técnico como no biológico; e incentivar a praticabilidade do sistema evidenciando e eliminando as externalidades negativas desde o início.

Com a aplicação contínua, integrada e sistêmica deste modelo pelas indústrias de construção civil, consegue-se não só minimizar o volume de recursos que termina em aterro, mas também, as externalidades negativas que são geradas com as atividades das indústrias.

No decorrer do tempo às empresas sempre se concentraram em minimizar os efeitos, imergindo na eficiência de processos. A dificuldade em minimizar é continuar com esses impactos em menor escala, com isso, não resolve esse problema e não favorece a dissolução nos dias de hoje referente as adversidades ambientais, decorrentes ao modelo econômico aplicado nas últimas dezenas de anos. Devemos sim, concentrar em trazer benefícios, produzir métodos inteligentes que favorecem e contribuem para as primordialidades da indústria da construção civil.

Ao conceituar o domínio da sustentabilidade, essencialmente no uso de métodos mais desenvolvidos, como a de Carvalho (2009) ou de Librelotto, Sanon e Ferroli (2017), o uso da ferramenta BIM, viabiliza a admissão do método em uma proporção maior. Essa circunstância se dá ao conjunto de resultados obtidos através do modelo, onde o emprego do BIM atua como um grande facilitador, integrando profissionais de todas as especialidades, permitindo uma verificação instantânea, possibilitando às responsáveis decisões corretas, impedindo divergências; com isso, amenizando custos e desperdícios.

O padrão econômico de produção está ligado à uma cultura de desperdícios, onde os insumos que integram a produção são excluídos sem chance de um reaproveitamento, chamado de Economia Linear (LI). Contudo, adaptar um setor lucrativo na construção, que provoque danos mínimos ao meio ambiente, é um dos maiores desafios no setor, já que, grande parte dos resíduos gerados, não possui reaproveitamento, ou esta prática se torna inviável devido a altos custos para tal prática.

Compreendendo que o meio ambiente possui recursos finitos, o modelo de economia linear coloca em primeiro plano a lucratividade, ignorando os critérios ecológicos e sociais, aumentando os níveis de poluição ambiental (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016). Perante a isso, os princípios da Economia Circular (EC) estão crescendo cada dia mais e ganhando destaque em relação ao sistema tradicional de produção. Neste contexto, a produção linear como ineficaz, sendo que a mesma respeita as exigências da sustentabilidade, destacando a importância da qualidade, sobre a quantidade (NOYA et al., 2017; VELTE, STEINHILPER, 2016).

Segundo Araújo e Queiroz (2017), tem-se um ciclo contínuo de preservação e aprimoramento dos recursos naturais, amenizando as ameaças ambientais, controlando as reservas finitas e as renováveis. Sendo assim, os atributos de renovação da economia circular permitem que a extração dos recursos naturais e a geração de resíduos sejam amenizados pela diminuição do consumo dos recursos (Geissdoerfer et al., 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2016). Seguindo um modelo de produtos duráveis, retrabalhos, preservação, restauração, regeneração, reciclagem e reutilização, conseguiremos uma diminuição considerável no desperdício e degradação ao meio ambiente. (GEISSDOERFER et al., 2017).

A durabilidade e a vida útil possuem grande importância ambiental. Em outros países, falar em construção sustentável, refere-se a uma construção durável. A durabilidade de uma edificação é um assunto fundamentado no conhecimento de novas práticas e técnicas de execução, novos produtos e novas tecnologias, que aumentam a durabilidade e prolongam a vida útil, sem ampliar os impactos ambientais, ainda na fase de produção.

O desgaste precoce das construções ou parte delas, e a decorrente atenuação de comportamento, é uma adversidade recorrente no mundo todo. Essa danificação acontece justamente devido ao envelhecimento prematuro das edificações, que em geral é provocado pela qualidade baixa dos materiais utilizados, conjuntamente com a falta de capacitação da mão de obra. Esse desgaste precoce das construções, tem atuação imediata relacionada aos gastos com manutenções e retrabalhos, e a responsabilidade relacionada a sustentabilidade é gradativa, em razão à carência de recursos naturais.

Para constituir um documento relacionado a essas ocorrências, em 2013, no Brasil, foi lançada a Norma de Desempenho Brasileira ABNT NBR 15.575, direcionada para o desempenho das construções tendo como finalidade implantar um sistema avaliativo dos sistemas e tecnologias de construções habitacionais, baseada em normas, atualmente em vigor. Com o decorrer do tempo ocorrem alterações significativas dos materiais de construção e agressividade ambiental ao qual estão expostas. Portanto, evidenciou-se a durabilidade das construções e dos materiais estabelecidos, associando em seguida essa ideia ao desempenho, assim dizendo, seu comportamento durante o uso. No entanto, necessitava-se do acréscimo de uma variante nos projetos, que seria o tempo dessas edificações, iniciando-se uma análise relacionada a vida útil.

Hoje em dia, princípios como concorrência, gastos e proteção ao meio ambiente, exigem cada dia mais alterações na execução das obras, requerendo que seus projetos sejam feitos de maneira global, levando em consideração o ciclo de vida e nos custos relacionados. Com base nesse ciclo muitas pesquisas poderão ser guiadas, com ênfase às aproximações dos custos relacionados aos reparos no decorrer da vida útil, análises dos impactos ambientais, e outros, contribuindo na escola de uma alternativa viável, para a projeção de novas construções ou manutenções das existentes. Dessa forma a proposta de sustentabilidade faz-se viável (POSSAN, 2010).

Para conseguir essa constância, é indispensável a projeção das construções com uma vida útil mais prolongada das edificações, afinal, se a vida útil for mais longa, menor serão as necessidades de reformas e reparos, aumentando a sustentabilidade e diminuindo consideravelmente a extração de recursos naturais do meio ambiente.

4. Conclusões

Este artigo teve como objetivo analisar a implantação da economia circular na Indústria de Construção Civil, de forma a amenizar os impactos ambientais, tornando a construção sustentável, com tomadas de decisões racionais, preservando o planeta a longo prazo.

Os conceitos abordados quando aplicados na indústria de construção civil amenizam os impactos ambientais, tanto nas construções de novas edificações, quanto nas reformas ou demolições, independentemente do tamanho das obras. A passagem do modelo tradicional, ou seja, econômico linear para a economia circular, apresenta-se como uma possibilidade eficiente para uma mudança radical dos resíduos sólidos na indústria de construção civil, favorecendo economicamente a longo prazo empresas e consumidores que colocarem o método em prática, e também o meio ambiente.

Não obstante, para se obter uma lucratividade através da economia circular, nota-se que as indústrias necessitam de planejamento efetivo, desde o estudo de viabilidade do

projeto, até a execução final da construção, sendo o BIM um conceito que facilita a integração das fases de maneira a contribuir para uma maior eficácia, reduzindo custos e tempo de execução.

O setor da indústria de construção civil apresenta índices muito baixos referentes a mecanização e uso de novas tecnologias, níveis elevados de perdas e geração de resíduos, mão de obra desqualificada, muitos clientes insatisfeitos, elevadas ocorrências de manifestações patológicas, sendo a maioria delas decorrentes da desqualificação da mão de obra e baixa produtividade. Em vista disso, é muito importante que as empresas efetuem investimentos contínuos em aperfeiçoamentos nos canteiros de obras, buscando mão de obra especializada e qualificada, e consequentemente, obtendo resultados mais eficientes.

O planejamento, a escolha dos produtos e materiais, a definição da classe de agressividade ambiental e as técnicas de preservação e reparos são de extrema importância para assegurarem a durabilidade de uma edificação e seus componentes, prolongando assim sua vida útil. Alguma distração em relação à essas questões, compromete o desempenho, tendo um descontentamento referente a qualidade (durabilidade), atingindo exatamente sua vida útil, causando grandes impactos ambientais, pois, quanto menor for a vida útil de uma edificação, mais cedo serão necessários reparos, reformas, retrabalhos, impactando diretamente o meio ambiente com novas extrações de recursos naturais e a geração de resíduos e rejeitos.

A vida útil das edificações pode se restringir por questões técnicas, que são execução de mão de obra desqualificada, integrados com materiais de baixa qualidade e pouca resistência; funcionais, que está ligado ao potencial das edificações em desempenhar suas funções em que foi projetada; econômicos, que estão relacionados aos custos referentes às manutenções.

Nos dias de hoje, com a inclusão da economia circular no setor, é importante modificar os padrões de construção, tanto nas práticas das indústrias como nos consumidores com o intuito de limitar-se o pensamento de se construir pelo custo mais baixo inicial, para se ter um melhor custo benefício das construções. Afinal, a longo prazo, essa prática não visa lucratividade, e o enfoque constatado na “Norma de Desempenho” necessita ser colocada em prática, sendo implantada desde o estudo de viabilidade até a finalização do projeto, visando uma melhoria de qualidade nas obras do setor da indústria de construção civil.

Este estudo pretende auxiliar as empresas, gestores e consumidores a compreenderem que a prática da economia circular, e conscientiza-los da relevância para o setor da construção civil, amenizam a geração de resíduos, diminuindo a extração desenfreada de recursos naturais. Também leva a reflexão, e discussão das novas possibilidades e caminhos do setor de construção civil.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Thaís Duek; QUEIROZ, Adriana Angélica Farias Santos Lopes. Economia Circular: Breve Panorama da Produção Científica entre 2007 e 2017. In: Encontro Internacional Sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente (ENGEMA), 19, 2017. [Anais...], São Paulo: FEA/USP, 2017. p. 1-17. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/417.pdf>. Acesso em: 07 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

BRAUNGART, Michael, McDonough, Willian. Anastas, Paul T., & Zimmerman, Julie B. (2003). Applying The Principles Engineering Of Green Cradle-To-Cradle Design. Environmental Science and Technology, 2003, 37, 23 434A-441A.

CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. Ambiente. constr., Porto Alegre, v. 12, n. 1, pág. 207- 225, março de 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000100014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 01 de outubro de 2020.

COELHO, Ronaldo Sergio de Araújo. Método Para Estudo Da Produtividade Da Mão-De-Obra Na Execução De Alvenaria E Seu Revestimento Em Ambientes Sanitários. 2003 167p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/264256>>. Acesso em: 28 set. 2020.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ Paul; SACKS Rafael; LISTON Kathleen. Manual De BIM: Um Guia De Modelagem A Informação Da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483p. ISBN 978-85-8260-117-4.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rethink The Future. In: Towards The Circular Economy: Economic And Business Rationale For An Accelerated Transition. 1. ed. Cowes, Isle Of Wight, 25 jan. 2012. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an-accelerated-transition>. Acesso em: 28 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rethink The Future. In: SUN, McKinsey & Co Growth Within: A Circular Economy Vision For a Competitive Europe. Cowes, Isle Of Wight, 25 jun. 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf. Acesso em 15 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rethink The Future. In: Uma Economia Circular no Brasil: Uma Abordagem Exploratória Inicial. Cowes, Isle Of Wight, 29 ago. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/cities-in-the-circular-economy-an-initial-exploration>. Acesso em 15 set. 2020.

FARAH, Marta Ferreira Santos. Tecnologia, Processo De Trabalho E Construção Habitacional. 1992. 297p. Tese (Doutorado) – USP Universidade de São Paulo, Faculdade de Sociologia. São Paulo: USP, 1992. Disponível em: <http://caph.fflch.usp.br/node/14971>. Acesso em 20 set. 2020.

- FISKEL, Joseph. (2009). Design For Environment: A Guide For Sustainable Product Development. 2 nd ed. McGraw-Hill Professional, New York. ISBN: 9780071605564
- GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M.p.; HULTINK, Erik Jan. The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm? Journal Of Cleaner Production, [s.l.], v. 143, p. 757-768, fev. 2017.
- KASSEM, Mohamed; AMORIM, Sérgio R. Leusin. BIM - Building Information Modeling No Brasil E Na União Européia. Brasília. 2015. Disponível em <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em 02 out. 2020.
- KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. (2018). Circular Economy: The Concept And Its Limitations. Ecological Economics. 143. Edição C, p. 37-46. Disponível em <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:ecolec:v:143:y:2018:i:c:p:37-46>. Acesso em 01 out. 2020.
- KOSKELA, Lauri. Application Of The New Production Philosophy To Construction. Stanford: Stanford University, 1992.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- LEÃO, Mariana Veríssimo Monção. Análise Da Qualificação Da Mão De Obra No Setor Da Construção Civil Na Cidade De Dourados (MS). 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, 2016, 47p.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; SANON, Sandra; FERROLI, Paulo César Machado; MATTANA, Letícia. Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana: Modelo ESA Edificações. ENSUS – Encontro de Sustentabilidade e Projeto. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2017.
- MANZIONE, Leonardo. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. 2013. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, USP, São Paulo. v. 371.
- MOTTA, Wladimir Henriques. Cross Fertilization Between Eco-innovation And Life Cycle Assessment: A Pathway To Circular Economy. Proceedings Of LCA XVIII, Fort Collins, CO, USA, 18, 2018.
- NEVES, Suzana Andressa. A Qualificação Da Mão De Obra Para O Aumento Da Produtividade Em Obras De Construção Civil: Responsabilidades Compartilhadas. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NOYA, Isabel Et Al. Environmental Assessment Of The Entire Pork Value Chain In Catalonia—A Strategy To Work Towards Circular Economy. Science Of The Total Environment, V. 589, P. 122-129, 2017.

OLIVEIRA, Cristiane Sardin Padilla. As principais características da mão-de-obra da construção civil que interferem na filosofia da qualidade. 87 f. Curso de PósGraduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

OLIVEIRA, Eloise; SCHEER, Sergio; TAVARES, Sergio Fernando. Avaliação De Impactos Ambientais Pré- Operacionais Em Projetos De Edificações E A Modelagem Da Informação Da Construção. Blucher Engineering Proceedings, v. 2, n. 2, p. 179-191, 2015.

O'REILLY, Alistair. Using BIM as a tool for cutting construction waste at source. Construction Research and Innovation, v. 3, n. 1, p. 28-31, 2012. POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. Revista técnico-científica, v. 1, n. 1, 2013.

POSSAN, Edna. Modelagem Da Carbonatação E Previsão De Vida Útil De Estruturas De Concreto Em Ambiente Urbano. 2010. Tese (Doutorado) – UFRGS – Universidade Federal Rio Grande do Sul, Pós- Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.

SANTOS, Márcia Teresinha Pereira. Qualificação profissional na construção civil: estudo de caso. 53 f. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil – Departamento de Tecnologia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

SAUVÉ, Sébastien; BERNARD, Sophie; SLOAN, Pamela. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. Environmental Development, v. 17, p. 48-56, 2016.

VELTE, Christoph J.; STEINHILPER, Rolf. Complexity in a circular economy: A need for rethinking complexity management strategies. In: Proceedings of the World Congress on Engineering, London, UK. 2016.

WONG, Kam-din; FAN, Qing. Building information modelling (BIM) for sustainable building design. Facilities, v. 31, n. 3/4, p. 138-157, 2013.

YUKL, Gary. Leadership in Organizations. 6th Edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2005.