Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS ASSOCIADOS A PRÁTICAS CIRCULARES EM PROJETOS DE INCORPORAÇÃO IMOBILIÁRIA

Gabriela Andrade dos Reis
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | reis.gabriela@ufba.br

Elaine Pinto Varela Alberte
Universidade Federal da Bahia | Salvador, Bahia | elaine.varela@ufba.br

RESUMO

A Economia Circular (EC) é um modelo econômico com alto potencial para superar questões do setor da construção relacionadas aos impactos decorrentes da fase de uso da edificação. Por outro lado, observa-se uma carência por estudos e análises sobre projetos de incorporação imobiliária alinhados a princípios e práticas da EC. O presente trabalho busca analisar os aspectos técnicos e econômicos associados ao desenvolvimento de um modelo de negócio circular para o segmento do setor imobiliário voltado a empreendimentos residenciais. Para tal, o estudo realiza uma análise comparativa entre empreendimentos imobiliários com e sem adoção de práticas da economia circular (PEC) lançados na região de Salvador, a partir de indicadores técnicos (produtividade, tempo de execução da obra, competências necessárias e dificuldades encontradas) e econômicos (custo/m^2 de implantação das práticas). Como resultado geral, observou-se alguma diminuição da produtividade, e algum acréscimo de dificuldade e de competências técnicas necessárias para realização do empreendimento com PECs. Por outra parte, a maior parte das PECs implantadas não produziram impacto financeiro relevante ao projeto. Os indicadores aplicados permitiram identificar as PECs mais efetivas e assertivas técnica e economicamente.

Palavras-chave: economia circular; mercado imobiliário; análise econômica; análise técnica.

ABSTRACT

Circular Economy (CE) is an economic model with a high potential to overcome issues in the construction sector related to the impacts arising from the use phase of the building. In contrast, further studies and analyses are necessary on real estate development projects aligned with CE principles and practices. This paper aims to analyze the technical and economic aspects associated with developing a circular business model for the segment of the real estate sector focused on residential developments. To this end, the study performs a comparative analysis between real estate projects with and without the adoption of circular economy practices (CEP) launched in the Salvador region, based on technical indicators (productivity, execution time of the work, necessary skills and difficulties encountered) and economic (cost/m^2 of implementation of practices). Overall, the findings showed that there was a decrease in productivity and increased difficulty and technical skills needed to carry out the project with CEPs. On the other hand, most of the CEPs implemented did not have a relevant financial impact on the project. The applied indicators allowed identifying the most effective and assertive CEPs technically and economically.

Keywords: circular economy; real estate market; economic analysis; technical analysis.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é um setor econômico de grande impacto no mundo, sendo responsável por consumir importante quantidade de recursos naturais e produzir relevante quantidade de resíduos sólidos. Segundo dados da literatura (YEHEYIS et al, 2013; ROSADO et al, 2017), o setor da construção consome entre 30 e 40% dos recursos naturais extraídos no mundo, e produz entre 25 e 35% dos resíduos sólidos gerados. Yeheyis et al (2013) ainda observam que tais números podem ser ainda maiores no âmbito de países em desenvolvimento. No Brasil, em especial, a ABRELPE (2019) indica que a indústria da construção gera cerca de 50% dos resíduos sólidos urbanos produzidos no país.

Os impactos decorrentes do consumo de recursos e geração de resíduos ocorre em todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação. E vários estudos destacam o impacto produzido na etapa de construção em função da geração de resíduos relacionados aos processos executados no canteiro de obras. Contudo, observa-se a importância de ações voltadas a minimizar os impactos decorrentes da fase de uso da edificação, que corresponde a fase mais duradoura do seu ciclo de vida (ESA et al., 2016). A construção e o uso dos edifícios

[1]REIS, G. A.; ALBERTE, E. P. V. Aspectos técnicos e econômicos associados a práticas circulares em projetos de incorporação imobiliária. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

na União Europeia representaram em 2014 cerca de 50% dos materiais extraídos, 50% da energia utilizada, 25% da água consumida e 25% dos resíduos gerados (CONAMA, 2018).

Por outro lado, destaca-se o modelo proposto pela economia circular (EC) como um modelo com alto potencial para apoiar a superação destas questões do setor e, que está ganhando espaço e atenção nos últimos anos (POMPONI e MONCASTER, 2017). Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2015) define a Economia Circular como "um sistema regenerativo que visa manter os materiais em circuito fechado em seu valor mais alto". Observa-se aqui que os princípios da EC possuem importante foco na etapa de projeto, buscando, dentre diversas ações, melhorar a eficiência dos recursos tanto na redução da energia consumida para fabricação do produto quanto na adoção de um novo conceito de uso e otimização dos recursos.

Em paralelo, a EC promove novas tecnologias, processos, serviços e modelos de negócios, incentivando assim o mercado que está inserido e o crescimento da economia (MORATÓ, TOLLIN e JIMÉNEZ, 2017; KORHONEN et al., 2018). A sociedade também recebe uma contribuição da EC pelo crescimento da cultura do compartilhamento, surgindo assim novos empregos voltados ao uso da capacidade máxima dos produtos (KORHONEN et al., 2018).

Contudo, este modelo ainda não tem grande adesão por parte da indústria da construção, setor pouco industrializado onde as inovações ainda demoram para ser implantadas. Além disso, o modelo ainda necessitar evoluir no desenvolvimento de conhecimentos e ferramentas (LACY e RUTQVIST, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho busca analisar os aspectos técnicos e econômicos associados ao desenvolvimento de um modelo de negócio circular para o segmento do setor imobiliário voltado a empreendimentos residenciais. Para tal, o estudo realiza uma análise comparativa entre empreendimentos imobiliários com e sem adoção de práticas circulares lançados na região de Salvador, a partir de indicadores técnicos e econômicos definidos com base na bibliografia.

Espera-se que os resultados possam contribuir para fortalecer o conceito de economia circular em projetos de incorporação imobiliária, ao mapear práticas da EC em projetos originalmente desenvolvidos sem este objetivo. E espera-se que as discussões realizadas também possam contribuir para orientar incorporadores imobiliários na aplicação direta de princípios da EC nos seus futuros empreendimentos.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada corresponde a um estudo de caso de caráter exploratório, de modo que a abordagem pudesse ser útil para gerar hipóteses, identificar padrões e direcionar estudos futuros mais abrangentes. Compreendendo em uma análise estruturada e comparativa de dados coletados em dois casos específicos, a pesquisa foi desenvolvida seguindo uma sequência de três etapas, conforme fluxograma da figura 1:

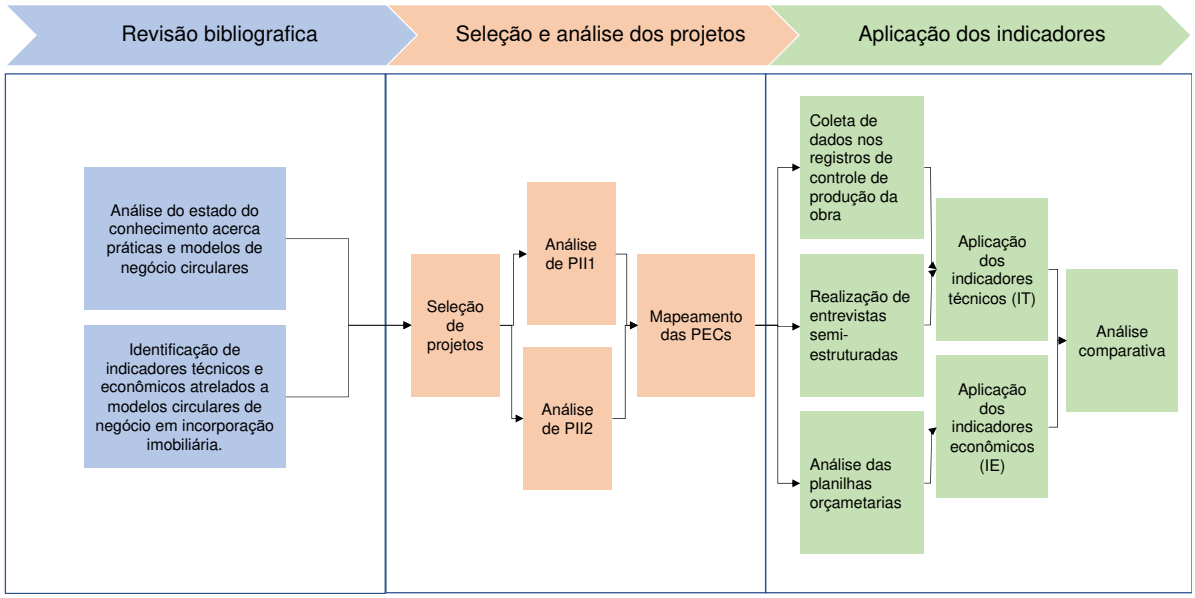
- Revisão bibliográfica: Nesta etapa buscou-se identificar o estado do conhecimento acerca práticas e modelos de negócio em incorporação imobiliária para fomento da EC no setor da construção, e identificar indicadores técnicos e econômicos atrelados a modelos circulares de negócio em incorporação imobiliária. Para tal, realizou-se a leitura de livros, artigos e publicações técnico-cientificas ligadas ao tema.

- Seleção e análise dos projetos: Nesta etapa inicialmente realizou-se a seleção de dois projetos de incorporação imobiliária (PII) do setor residencial, denominados neste estudo de PII1 e PII2. PII2 foi selecionado por adotar modelo de negócio que aplica práticas da EC relacionadas a otimização de recursos. PII1 foi escolhido por apresentar modelo de negócio convencional, mas possuir tipologia e público-alvo similar ao PII2, permitindo assim uma análise comparativa mais eficaz. Ressalta-se que ambos os projetos não tinham originalmente em suas diretrizes o uso direto de práticas da economia circular (PEC). Em seguida, realizou-se o mapeamento das PECs existentes em ambos os projetos, que seriam objeto de análise comparativa. Os resultados desta etapa são apresentados no item 3 deste artigo.

  Aplicação dos indicadores: Nesta etapa, a análise comparativa dos projetos foi desenvolvida a partir da aplicação de indicadores. Oliveira et al (2017), enfatizam o uso de indicadores de qualidade para gerenciar eficientemente as informações da empresa em níveis estratégicos, táticos e operacionais. Os indicadores técnicos (IT) e econômicos (IE) foram definidos pelas autoras com base na bibliografia e na disponibilidade de dados para coleta. Os quadros 2 e 3 deste artigo detalham os indicadores

aplicados. A análise técnica buscou identificar o impacto da implantação das PEC na etapa construtiva (produtividade, dificuldade e capacitação). Para a aplicação dos IT, foram realizadas coleta de dados nos registros de controle de produção da obra e conduzidas entrevistas semiestruturadas com quatro indivíduos, cada um com sua experiência particular nos projetos estudados. São eles: E1 (engenheiro responsável pelo PII1 / 7 anos de experiência); E2 (engenheiro responsável pelo PII2 / 8 anos de experiência); E3 (analista de engenharia envolvido no PII1 / 3 anos de experiência) e E4 (analista de engenharia envolvido no PII2 / 4 anos de experiência). A análise econômica, por sua vez, buscou identificar o custo para implantação das PECs, comparado ao custo de um projeto sem a utilização destas práticas. Planilhas orçamentárias e projetos serviram como fonte de coleta dos dados necessários para aplicação dos IE. Os resultados desta etapa são apresentados no item 4 deste artigo.

Figura 1: Estratégia metodológica da pesquisa.



Fonte: Autoras

3 PROJETOS OBJETO DE ANÁLISE

Os projetos objeto de análise neste estudo fazem parte de um mesmo empreendimento, localizado na cidade de Lauro de Freitas, Bahia e são projetos executados pela mesma construtora. PII1 iniciou sua construção em 2019 enquanto PII2 foi iniciado em 2020. Os dois empreendimentos possuem mesmo modelo construtivo, em paredes estruturais de concreto armado. Para sua construção foi utilizada a mesma forma de alumínio, tendo ambos os projetos o mesmo layout de unidades habitacionais. PII1 possui 4 torres com 10 pavimentos cada e 8 apartamentos por andar, totalizando 320 unidades, enquanto PII2 possui 3 torres com 9 pavimentos cada e 8 apartamentos por andar, totalizando 216 unidades. As diferenças entre ambos os projetos essencialmente estão no modelo de negócio dos empreendimentos (Tabela 1).

Tabela 1: Características dos projetos objeto de análise

Características do projeto	PII1	PII2
Área construída (m^2)	2988,13	2433,88
Área privativa (m^2)	51,43	57,95
Área comum (m^2)	1506,14	1074,14
Quantidade de unidades privativas	320	216
Quantidade de torres	4	3
Método construtivo	Parede de concreto	Parede de concreto
Modelo de negócio	Compra / Venda	Aluguel

Fonte: Autoras.

PII1 é um empreendimento imobiliário que envolve a venda completa dos apartamentos apenas com os acabamentos cerâmicos e pintura, sem mobília. O foco do empreendimento é a unidade e, portanto, o projeto

não possui áreas comuns com serviços e facilidades compartilhados. PII2, por sua vez, possui unidades habitacionais apenas para aluguel, sendo que metade das suas unidades vem com mobília completa (fogão, depurador, geladeira, armários, varal, sofá, mesa de jantar, rack, guarda-roupas, cama, mesa de cabeceira), e a outra metade semi-mobiliada (fogão, depurador, armários, varal e guarda-roupas). O empreendimento possui um conceito de otimização de recursos a partir de sistema de aluguel com a gestão do condomínio, simplificando o acesso dos usuários aos imóveis e otimizando o seu uso, evitando períodos vazios da unidade e concentrando ações de manutenção.

Assim, PII2 possui muitas áreas com serviços e facilidades compartilhadas a exemplo de lavanderia, onde são cobradas taxas para uso. Nesse mesmo contexto, o empreendimento também possui carro compartilhado disponível 24 horas ao condomínio, onde os moradores, utilizando um aplicativo, podem reservar um horário para uso, pagando por hora de uso e por quilometro rodado. Essas práticas facilitam o dia a dia dos moradores, otimiza o uso de recursos por compartilhamento e gera economia, pois os usuários não têm o custo dos impostos e manutenção de um equipamento próprio. Outra particularidade comparada a um empreendimento padrão corresponde ao sistema de portaria digital. Apesar deste elemento não estar diretamente vinculado a um princípio da EC, ele permite viabilizar o compartilhamento de espaços existentes no condomínio que promovem a otimização de recursos do empreendimento. Todas as áreas do condomínio estão ligadas a uma central para que os condôminos possam abrir as portas das áreas comuns através de aplicativos e identificação facial na entrada para não precisar de uma pessoa física para executar este serviço.

O quadro 1 apresenta as PECs identificadas e analisadas nos presentes projetos.

Quadro 1: PECs identificadas por projeto

PEC	PRINCÍPIO CIRCULAR APLICADO	PII1	PII2
Mobília ou semi-mobília no apartamento	Otimização de recurso a partir da reutilização dos bens e seu reaproveitamento, evitando compras desnecessárias e assim o consumo de matéria prima demasiadamente		x
Carro compartilhado	Otimização de recurso, com um carro que pode ser utilizado por todos e até dividido.		x
Lavanderia compartilhada	Otimização de recurso, já que não será necessário a aquisição de cada morador de uma máquina de lavar própria		x
Coworking	Otimização de recurso, com um local dentro do próprio condomínio que serve como local de trabalho e pode ser compartilhado.		x

Fonte: Autoras.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O quadro 2 apresenta os indicadores aplicados para análise técnica dos empreendimentos estudados: tempo de execução, percepção sobre o tempo, índice e percepção de produtividade, competências e dificuldades. Os indicadores ressaltam a diferença existente nos empreendimentos em função da existência ou não das práticas circulares.

Quadro 2: Indicadores técnicos aplicados

INDICADOR	DESCRIÇÃO	FONTE DE EVIDÊNCIA	FÓRMULA	PII1	PII2
T_O	Tempo de execução da obra (dias) / metro quadrado construído	Cronograma físico	Dias / m² construído	0,25 d/m²	0,27 d/m²
P_T	Percepção do tempo da obra	Entrevistas semiestruturadas	Análise qualitativa e quantitativa*	Usual	Acima do usual
I_P	Índice de produtividade por etapa da obra	Relatórios de planejamento de curto prazo	% de Tarefas / mês / etapa da obra	Figura 2	Figura 2
P_P	Percepção da produtividade da obra	Entrevistas semiestruturadas	Análise qualitativa	Produtiva	Pouco produtiva
P_C	Percepção sobre competências gerenciais necessárias	Entrevistas semiestruturadas	Análise qualitativa e quantitativa*	Usual	Acima do usual
P_{DI}	Percepção das dificuldades a serem gerenciadas	Entrevistas semiestruturadas	Análise qualitativa e quantitativa*	Usual	Muito acima do usual

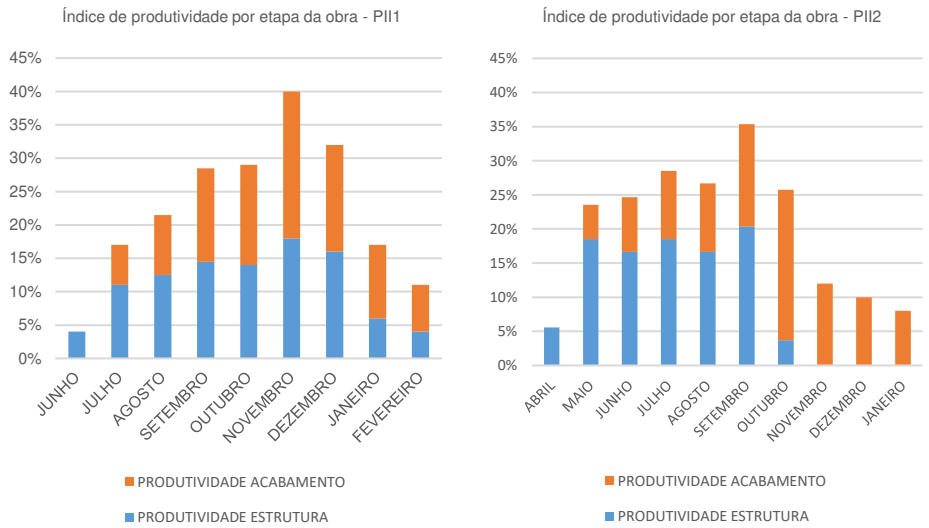
*A análise quantitativa utiliza escala Likert de 1 a 5, onde 1 corresponde a uma percepção quantitativa do fenômeno como muito abaixo do usual, enquanto 5 corresponde a uma percepção do fenômeno como muito acima do usual.

Fonte: Autoras.

Sobre tempo de execução da obra por metro quadrado construído (T_o), os resultados indicam um aumento de cerca de 7% no PII2 em relação ao PII1. Além disso, a percepção dos entrevistados (P_T) indica que uma obra sem PECs tem um tempo de execução menor, em comparação com uma obra onde existe esta particularidade. Segundo E1 o tempo de execução de PII1 não apresentou grande variação em relação a outras obras. Já E2 ressalta que as PECs afetaram a execução das atividades, pois os projetos precisam ser mais bem estudados e a execução é mais lenta afetando assim o tempo de execução.

No quesito produtividade (I_P), os resultados indicaram uma diminuição da produtividade em PII2 (Figura 2). A etapa de estrutura de PII1 tem duração maior quando comparada a PII2 por conta da quantidade de torres de PII1. Já na etapa de acabamento o que mais chama atenção é que, mesmo com uma torre a mais, PII1 consegue ter uma produtividade melhor que PII2. Esta diminuição de produtividade na etapa de acabamento de PII2 é explicada pela adoção das PECs, já que na fase de acabamento é onde surge as principais diferenças entre os empreendimentos. Ao se analisar a percepção dos entrevistados sobre a produtividade das obras (P_P), nota-se que E1 e E3 indicam que PII1 obteve uma produtividade padrão. E2 e E4, por sua vez, sinalizaram que PII2 foi uma obra com produtividade inferior a obtida usualmente. Segundo eles, a menor produtividade está relacionada com a implantação das PECs, pois é um acréscimo de serviço e este serviço é mais especializado, logo demanda mais tempo e maior cuidado na execução.

Figura 2: Índice de produtividade por etapa da obra



Fonte: Autoras.

No quesito competências técnicas (P_C) dois pontos importantes são abordados: o primeiro relaciona-se com as competências que o gerente deve possuir para administrar uma obra com PECs, e o segundo com as empresas e colaboradores que prestaram serviços ao empreendimento. Em ambos os casos os resultados indicam que o gerente, as empresas e os colaboradores precisam ter competências técnicas mais especificas para a condução das atividades atreladas a um empreendimento que envolva PECs. Segundo E2, o gerente precisa ter domínio de alguns serviços específicos importantes para gerenciar uma obra com a implantação das PECs, como a lavanderia compartilhada que precisa de uma infraestrutura hidráulica e elétrica nem sempre convencional. E1 destaca, por sua vez, que numa obra padrão as competências são as básicas que todo engenheiro deve possuir para gerenciar uma obra.

Por fim, no quesito dificuldades (P_{DI}) observa-se que este indicador está diretamente ligado ao indicador P_C. O aumento das competências técnicas exigidas aos agentes deve-se a dificuldade para execução destes serviços. Segundo E2, as dificuldades também interferem diretamente na produtividade da obra, pela escassez de mão-de obra especializada na construção. No geral, segundo E2 e E4, as principais diferenças técnicas estão relacionadas ao enxoval do apartamento, que apesar de ser um item que não exige muitos conhecimentos técnicos, demanda um planejamento de pedido, chegada, estoque e distribuição mais complexo, por se tratar de vários itens com fornecedores diferentes. Outro ponto é o sistema de câmeras, alarmes e controle de acesso.

Vale ressaltar que os entrevistados citam que as diferenças entre os projetos ligadas à adoção de práticas da economia circular são os principais elementos de influência na diferença obtidas entre os valores dos indicadores aplicados a cada caso.

O Quadro 3 apresenta os indicadores econômicos aplicados na pesquisa.

No aspecto econômico, observa-se que o custo para aquisição do mobiliário (C_M) representa 11,6% do custo total da obra. Um custo elevado e que tem um impacto no custo total da obra, mas que está diretamente ligado a proposta do empreendimento. Este custo representa uma parcela significante do orçamento da obra por se tratar de vários itens que são oferecidos aos clientes. É um investimento de aproximadamente R$ 15.000,00 por unidade habitacional, que vai será recuperado ao longo de poucos anos, considerando o menor valor de aluguel oferecido.

Quadro 3: Indicadores econômicos aplicados

INDICADOR	DESCRIÇÃO	FONTE DE EVIDÊNCIA	FÓRMULA	PII1	PII2
C_M	Custo mobiliário / custo total da obra (%)	Planilha orçamentaria	$(C_{Serviço} / C_{Obra})*100$	0%	11,6%
CL	Custo lavanderia / custo total da obra (%)	Planilha orçamentaria	$(C_{Serviço} / C_{Obra})*100$	0%	0,3%
C_{CW}	Custo coworking / custo total da obra (%)	Planilha orçamentaria	$(C_{Serviço} / C_{Obra})*100$	0%	0,2%
C_C	Custo carro compartilhado / custo total da obra (%)	Planilha orçamentaria	$(C_{Serviço} / C_{Obra})*100$	0%	<0,1%
C_T	Custo por m² total construído (R$/m²)	Planilha orçamentária	C_{Obra} / m² total construído	R$ 10.858,33	R$ 11.986,04

Fonte: Autoras.

Os custos da lavanderia (C_L) e do coworking (C_{CW}), por sua vez, não têm grande representatividade no custo total da obra, representando apenas 0,3% e 0,2% deste valor, respectivamente. A lavanderia, em especial, é uma prática viável de ser implantada e com pouco impacto financeiro, apesar de envolver serviços de construção mais pesados (fundação, estrutura, fechamentos e instalações). O valor não considera o custo das máquinas, pois elas são instaladas por uma empresa parceira que faz seu gerenciamento. Por ter um custo menor, este investimento tem um retorno mais rápido através das taxas de condomínio pagas pelos condôminos.

O custo do carro (C_C) também possui baixa representatividade no orçamento total da obra. Para sua implantação, basta apenas que o condomínio disponibilize e sinalize uma vaga de garagem para o carro compartilhado. O carro é disponibilizado por empresas parceiras que fazem a administração da sua utilização através de aplicativo. Esta prática, em comparação com as anteriores, é a que possui menor custo de implantação, pois necessita de pouca ou nenhuma intervenção nas áreas do empreendimento.

Finalmente, o custo por m² (C_T) de PII2 é cerca de 10% maior que o custo por m² de PII1. Este aumento pode ser explicado pela adição da PEC relacionada a instalação de mobiliário nos apartamentos do PII2. Como citado anteriormente, este item tem um valor significativo no orçamento da obra. Assim, nota-se que a maioria das PECs analisadas possuem custos baixos, como a implantação de um carro compartilhado e poucos serviços associados a ele, ou a implantação de uma lavanderia compartilhada, que demanda a construção de uma estrutura e vários serviços associados à sua implantação, mas que também não representam grandes investimentos financeiros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que a implantação de PECs necessita uma mão de obra qualificada e conhecimentos técnicos mais aprofundados, dada a especificidade de algumas práticas. Com o aumento das competências técnicas existe também um aumento da dificuldade para execução destas obras. Além disso a produtividade de PII2 é afetada, havendo uma diminuição da produtividade.

Foi possível identificar que a maior parte das PECs implantadas em PII2 (lavandeira, carro compartilhado e coworking) não representam impacto financeiro relevante ao projeto, demonstrando sua viabilidade econômica. A implantação de mobiliário nos apartamentos, por sua vez, se destaca com um índice muito superior as demais PECs inseridas no emprendimento (11,6% do custo total do PII2). Este custo, em especial,

deve ser ponderado com outros custos indiretos atrelados aos benefícios que uma PEC pode trazer para o empreendimento, levando em consideração que a aplicação desta PEC tem um grande impacto no orçamento e no cronograma da obra.

Cabe destacar que este estudo se restringe à análise de práticas circulares relacionadas aos empreendimentos estudados e que tiveram maior destaque. Observa-se, contudo, que EC aplicada ao projeto também pode e deve abarcar práticas como o uso de materiais que seriam descartados e a aplicação de técnicas para melhorar a eficiência energética do empreendimento, dentre outras ações.

Nota-se que o uso de indicadores pode contribuir para análises futuras de projetos pode ter grande valia para orientar um incorporador a realizar um projeto com êxito, em comprometimento com princípios da EC. A continuidade dos estudos voltados à análise das PECs poderá contribuir para sua classificação em 'faixas' de influência nas diversas etapas do ciclo de vida construção (concepção, execução e operação do empreendimento).

Espera-se que futuros estudos possam analisar questões sociais associadas a implantação de práticas circulares em empreendimentos imobiliários e a aceitabilidade dos consumidores destas práticas. Vale ressaltar que a pesquisa tem limitações por apresentar apenas duas amostras e as generalizações devem ser feitas com cautela. Espera-se que os resultados deste artigo fomentem o estudo e a execução de projetos cada vez mais sustentáveis e que possam servir como referência para que projetistas, incorporadores e a sociedade em geral busquem identificar ações para amenizar os impactos da indústria da construção ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

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.

CONAMA. CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Economía circular en el sector de la construcción.** Grupo de trabajo GT-6. España, 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.

ESA, Mohd Reza, Halog, Anthony, Rigamonti, Lucia. Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. **Journal of Material Cycles and Waste Management**. v. 19, n. 3., 2016. doi:10.1007/s10163-016-0516-x

KORHONEN, Jouni, HONKASALO,Antero, SEPPÄLÄ, Jyri. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological Economics**. v. 143, p. 37–46, 2018. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041

LACY, Peter, RUTQVIST, Jakob, **Waste to Wealth - the Circular Economy Advantage**. 1ed. London: Palgrave Macmillan, 2015.

MORATÓ, Jordi; TOLLIN, Nicola; JIMÉNEZ, Luis; **Situacíon y evolución de la economía circular en España**. Barcelona: COTEC, 2017.

POMPONI, Francesco, MONCASTER, Alice. Circular economy for the built environment: a research framework. **Journal of Cleaner Production**. v. 143, 2017. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055

OLIVEIRA, T.C; PEREIRA, E.E; SILVA, S.A; OSTROKI, S. S. D; PALADINI, E.P. Indicadores de qualidade e produtividade na gestão de resíduos sólidos da construção civil. *In:* XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 2017, Joinville, **Anais** […]. de 2017. Joinville: ABEPRO, 2017. Disponível em: < https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_389_31002.pdf >. Acesso em: 28 maio. 2023

ROSADO, Lais Peixoto, VITALE, Pierluca, PENTEADO, Carmen Lucia Santos, ARENA Umberto. Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 634-642, 2017. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.068

YEHEYIS, Muluken, Hewage, Kasun, Alam, M. Shahria, Eskicioglu, Cigdem, Sadiq, Rehan**.** An overview of construction and demolition waste management in Canada: a life cycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**. v. 15, n. 1, 2013. doi:https://doi.org/10.1007/s10098-012-0481-6