

EcoInovações na Indústria da Construção Civil: um olhar para o Estado de Mato Grosso, Brasil

*Eco-Innovations in the Civil Construction Industry: a look at the state of
Mato Grosso, Brazil*

Luciane Cleonice Durante¹

Ivan Julio Apolonio Callejas¹

Olivan da Silva Rabelo¹

Hellyda Sacal de Queiróz¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

Resumo

A Indústria da Construção Civil (ICC) tem buscado alternativas sustentáveis para seus processos e produtos, com enfoque no desenvolvimento de mecanismos mais limpos que minimizem o impacto ambiental. Objetiva-se neste trabalho identificar lacunas nas políticas públicas relacionadas ao setor da ICC que dificultam o desenvolvimento de ecoinovações. A metodologia apoiou-se na busca patentária para identificar os tipos de ecoinovações da ICC, bem como no levantamento de políticas públicas relacionadas que, analisadas conjuntamente, permitiram realizar uma leitura do desenvolvimento verde do setor. Os resultados apontam o baixo número de registro de patentes verdes, bem como a incipiência de políticas que incentivem a produção e o desenvolvimento verde no setor. A partir das constatações, são apontadas perspectivas para o processo de transformação da ICC, direcionadas ao setor das edificações, evidenciando a importância de desenvolvimento de ações sistêmicas envolvendo os agentes da cadeia construtiva, do poder público e da sociedade.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Construções Sustentáveis. Edifícios Verdes.

Abstract

The Civil Construction Industry (CCI) has been searching for sustainable alternatives for its processes and products, focusing on developing cleaner mechanisms that minimize environmental impact. This work aims to identify gaps in public policies related to the CCI sector that hinder the development of eco-innovations. The methodology was based on a patent search to identify the types of ICC eco-innovations, as well as a survey of related public policies that, when analyzed together, allowed an understanding of the green development of the sector. The results point to the low number of green patents registered along with the incipience of policies that encourage green production and development in this sector. From the findings, it is pointed out perspectives for the transformation process for the CCI directed related to the buildings sector, highlighting the importance of developing systemic actions involving the agents of the constructive chain, public authorities, and society.

Keywords: Sustainable Development. Sustainable Buildings. Green Buildings.

Área Tecnológica: Construção Civil. Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo. Construções Sustentáveis.



1 Introdução

A Indústria da Construção Civil (ICC) é responsável pelo consumo de 12% do total de água doce do planeta, e a indústria do cimento é responsável por 40% de todos os resíduos gerados nas cidades (PHILIPP; BURDETT; GONÇALVES, 2011). Um quarto do total das emissões globais de CO₂ provém da construção civil (IEA, 2014). O setor é um dos mais poluentes em nível mundial e, segundo Bribián, Capilla e Usón (2011), consome cerca de 60% das matérias-primas extraídas da litosfera.

No Brasil, se reconhece a necessidade de a ICC rever seu *modus operandi* quanto aos limites ambientais nos padrões de produção e de consumo (CBCS, 2014; SOUSA; SOARES, 2018). Por outro lado, a contribuição média da ICC no Produto Interno Bruto brasileiro de 2000 a 2019 é de 5,35% ao ano (CBIC, 2020), sendo um dos setores que mais gera emprego e renda, empregando cerca de 7% da população. Diante desse cenário, o setor apresenta elevado potencial de evolução não apenas sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, como também da socioeconômica.

Diante do esgotamento dos recursos naturais, poluição e mudanças climáticas, sabe-se que a tecnologia é o recurso para implementação de ações em prol das mudanças necessárias, de cunho técnico e/ou comportamental. A tecnologia, como um processo de absorção e assimilação de conhecimento, conduz à inovação, impulsionando o desenvolvimento científico, econômico e social (GARCIA, 2001). Frente à necessidade de mecanismos alternativos de desenvolvimento, com produção limpa e consciência ambiental, deriva-se o conceito de ecoinovação, ligado à diminuição dos impactos ambientais, ao desenvolvimento sustentável e às tecnologias verdes/limpas.

Um aspecto positivo do cenário brasileiro é o Programa de Patentes Verdes que visa o desenvolvimento de produtos e de processos sustentáveis que salvaguardem o meio ambiente (BRASIL, 2016a). Patente verde pode ser definida como qualquer produto ou processo inovativo com tecnologia verde, podendo ser das áreas de energias alternativas, conservação de energia, gerenciamento de resíduos, transportes e agricultura, das quais, as quatro primeiras apresentam afinidade com o setor da construção civil. Assim, o patenteamento verde incentiva investimento em tecnologias ambientais inovativas que, por sua vez, é um dos pilares para o desenvolvimento sustentável a partir de métodos e de processos mais ecoeficientes, ou seja, a ecoinovação (DE SOUZA; RABÊLO, 2015).

Há uma relação intrínseca entre a produção de ecoinovação, as políticas públicas, os agentes promotores e o mercado. Segundo Rennings (2000), a ecoinovação precisa de impulsos regulatórios e tecnológicos para que haja uma demanda de mercado, sendo que o resultado de sua implementação não é suficiente, nem satisfatório, caso um dos impulsionadores esteja ausente, resultando no fracasso da ecoinovação e até mesmo na não produção.

Assim, este artigo tem por objetivo geral abordar a temática da ecoinovação no âmbito da construção civil, com vistas a elaborar um panorama sobre o papel das políticas públicas como agente promotor/impulsionador das transformações necessárias para o setor no Estado de Mato Grosso.

Justifica-se o olhar para Mato Grosso neste estudo, pelo fato de que este estado apresenta algumas características singulares que o distinguem dos demais estados da Federação: cresci-

mento econômico de aproximadamente 12,1% no ano de 2017 (MATO GROSSO, 2018) e crescimento populacional de 23% entre os anos de 2010 e 2019 (IBGE, 2019), demandando obras de infraestrutura, habitações e equipamentos públicos, construídas usualmente de forma convencional, utilizando técnicas que desconsideram os princípios de sustentabilidade. Além disso, em razão de seu baixo grau de industrialização, é necessário que haja a importação da maioria dos insumos da ICC, com exceção de cimento, que aliado à sua localização geográfica, implica em grandes distâncias de transporte de materiais, o que contribui negativamente nos impactos ambientais sob a ótica do ciclo de vida. Essa baixa racionalização e industrialização dos processos construtivos reforça o elevado impacto da cadeia setorial, lacuna esta que a ecoinovação se propõe a minimizar.

2 Referencial Teórico: Ecoinovações

A ecoinovação é considerada como novo produto ou processo que agrega valor ao negócio e ao cliente, diminuindo significativamente os impactos ambientais negativos. A ecoinovação é definida como uma criação, a partir de uma perspectiva da dinâmica industrial, de produtos, processos, sistemas, serviços e procedimentos para satisfazer às necessidades humanas e proporcionar melhor qualidade de vida, a qual é capaz de atrair rendas ecológicas no mercado, com utilização mínima do ciclo de vida de recursos naturais e liberação mínima de substâncias tóxicas, reduzindo os impactos ambientais negativos enquanto cria valor para as organizações (ANDERSEN; FOXON, 2009; KÖNNÖLÄ; CARRILLO-HERMOSILLA; GONZALEZ, 2008; REID; MIEDZINSKI, 2008).

Para Hazarika e Zhang (2019), a ecoinovação na ICC é definida como uma tecnologia que visa à obtenção de maior funcionalidade com menos recursos, novos projetos tecnológicos e mudanças sistemáticas gerais nos processos de construção e de renovação. Uma vez que as bases da ICC são ambientalmente agressivas, as ecoinovações são imprescindíveis para que se minimizem os danos ambientais causados, desde a concepção de um edifício até sua restauração/renovação e demolição.

A ICC tem potencial de evoluir em ecoinovações tanto em processos quanto em produtos/serviços, considerando que sua cadeia produtiva envolve vasto e complexo número de insumos na fase do ciclo de vida até a fase de construção dos edifícios e de obras de infraestrutura, bem como ao longo da fase de uso, operação e manutenção dessas atividades. Dessa forma, o estabelecimento de programas voltados para a promoção da ecoinovação e da análise do ciclo de vida é apontado pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2014) como de alto impacto para o desenvolvimento sustentável da ICC.

Nesse sentido, muitos estudos têm sido desenvolvidos na construção civil, voltados para produtos e processos inovadores e menos bioimpactantes. A partir da abordagem de produtos, muitas pesquisas são registradas em torno do cimento, considerado o grande “vilão” da indústria do concreto – estima-se que o concreto emite uma tonelada de CO₂ para cada tonelada de cimento utilizada (AL-MANSOUR *et al.*, 2019). Por isso, a indústria cimenteira busca mitigar as emissões de CO₂ dos materiais cimentícios, por meio da substituição do cimento por resíduos de outras cadeias produtivas, como as cinzas volantes, oriundas da queima de carvão mineral, e a escória de altos-fornos (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Destaca-se que a abordagem da Análise do

Ciclo de Vida (ACV) dos produtos gerados deve computar os impactos ambientais dos processos industriais que originaram os resíduos (CHEN *et al.*, 2010) e não somente alocá-los na indústria cimenteira com impacto ambiental nulo.

Passuelo *et al.* (2014) realizaram Análise do Ciclo de Vida (ACV) de clínqueres alternativos, considerados inovadores, e obtiveram redução em 22% de sua pegada de carbono em relação ao clínquer Portland. Também Santis e Rossignolo (2014) estudaram a produção de concretos leves produzidos com agregados leves de argila calcinada e Meira *et al.* (2014) pesquisaram o comportamento para a corrosão por cloretos de concretos com substituição de cimento por resíduo de tijolo cerâmico moído (RTM). Esses são estudos brasileiros de nível acadêmico.

CBCS (2014) também recomenda iniciativas sobre resíduos, como: mais eficácia na gestão de resíduos perigosos, implantação de sistemas de gestão de resíduos urbanos e negócios voltados para a reciclagem de resíduos de classe A. Alinhados a essa perspectiva, destacam-se De Araújo e Uchôa (2012), De Araújo V. *et al.* (2013) e Cajavilca, Rego e Santos (2014).

De Araújo e Uchôa (2012) elaboraram um panorama das tecnologias de concretos leves e com fibras, dosados em central, no Brasil, como fibras de escória de alto-forno, aço e celulose. Em continuidade, Uchôa *et al.* (2015) estudaram sistemas construtivos em painéis de concreto leve, identificando que, no Brasil, são utilizadas pérolas e espuma de poliestireno expandido triturado (EPS), vermiculita, fibras sintéticas, com ar incorporado, argila expandida, emulsão polimérica, resíduos de Etileno-Acetato de Vinila (EVA), escória férrica flocada, assim como recheio com placa isolante de EPS ou malha de lã de vidro ou rocha. Os materiais reciclados mais citados foram EPS (resíduos de embalagens térmicas), EVA (resíduo da indústria calçadista), escória (resíduo da indústria siderúrgica) e flocos de borracha (resíduo de pneus). Apesar das iniciativas, nenhum depósito de patentes foi identificado no Brasil, mostrando o baixo interesse da indústria da construção civil nesses avanços.

Já De Araújo V. *et al.* (2013) realizaram estudo prospectivo de materiais residuais para incorporação ao concreto, como borracha e celulose, não encontrando nenhum resultado no Brasil. No âmbito internacional, Al-Mansour *et al.* (2019) estudaram também materiais para substituir o cimento, como cinza volante, cinza de casca de arroz, sílica ativa e outras cinzas pozolânicas, ampliando para além dos materiais residuais, abordando nanomateriais. Para substituição dos agregados miúdos, as alternativas citadas são escória de alto-forno granular moída, resíduos de vidro e plástico e, para os agregados graúdos, os agregados reciclados são uma alternativa aos materiais virgens.

Sobre o reaproveitamento de materiais na ICC, Cajavilca, Rego e Santos (2014) encontraram patentes de tijolos feitos com garrafas de vidro, barro e papel, para fins de isolamento térmico; pneus para construção de paredes, com propriedades de isolamento térmico, acústico e proteção sísmica; pneus para confecção de carpetes; garrafas PET para isolamento térmico, acústico e vigas.

Considerando a inovação em processos, De Araújo T. *et al.* (2013) realizaram pesquisa patentária de robótica e identificaram sete patentes voltadas para elevadores de carga/pessoas e soldagem/dobra de peças. Santos Júnior, Santos e Souza Coelho (2019) estudaram sistema de monitoramento da cura do concreto, composto de um *kit de software* e de sensores que permitem diminuir o tempo de desmoldagem, com ganhos financeiros para as construtoras, sem prejuízo à segurança.

Atualmente, a impressão 3D se apresenta como uma possibilidade de inovação disruptiva, que permite a execução de formas complexas com conceitos de estabilidade diferentes dos aplicados às estruturas tradicionais de concreto, aço e madeira. A matéria-prima de impressão tem origem no plástico, no metal e no concreto, podendo, inclusive, incorporar resíduos da própria ICC ou de outras indústrias. Com essa técnica, são geradas baixas quantidades de resíduos, não há desperdícios, diminui-se o custo com material, transporte e tempo de execução, se comparado ao processo manufaturado e, ainda, se agrega elevada precisão (PAIM; DE ALMEIDA, 2018).

No cenário mundial, já se utiliza a impressão 3D para imprimir casas inteiras, porém, no Brasil, a tecnologia ainda é embrionária e de custo elevado. Assim, a ICC, no Brasil, apresenta um baixo desenvolvimento em termos de inovação tecnológica digital se comparada à indústria de outros países (AUTODESK, 2020), justificado por questões que vão de canteiros de obra desestruturados, mão de obra desqualificada, problemas na formação dos profissionais e cultura e visão conservadora dos atores que desenvolvem atividades focadas no pensamento competitivo, no lucro e em ambientes pouco colaborativos.

3 Metodologia

Este estudo consiste em uma Desk Research (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015), definida como um método de pesquisa realizado a partir de dados já disponíveis para consulta em fontes confiáveis e seguras. Alicerçada nesse método, a pesquisa desenvolveu-se em duas etapas metodológicas, a saber: levantamento das políticas públicas relacionadas à ICC e busca patentária.

A pesquisa das políticas públicas buscou os incentivos legais para o desenvolvimento verde no âmbito da indústria da construção civil, estabelecendo relação entre os pilares tecnológicos e políticos. A pesquisa de patentes pretende identificar o desenvolvimento verde no âmbito da ICC. A seguir, descreve-se o percurso metodológico.

3.1 Levantamento das Políticas Públicas Relacionadas à ICC

Os documentos das políticas públicas fornecem um pano de fundo e um ponto de ancoragem teórica da estrutura reguladora existente da ecoinovação, identificando, conseqüentemente, as prioridades, incluindo os incentivos necessários para a transformação do setor. Assim, visando a elaborar um diagnóstico das políticas públicas e seus conteúdos acerca das ecoinovações voltadas para a ICC, foram pesquisadas as legislações em *sites* oficiais do Governo Federal, Estadual e Municipal, a saber: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Secretaria de Ciências e Tecnologia (SECITEC), Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) e Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano de Cuiabá. O critério para a seleção desses *sites* foi a sua atuação como legislador sobre a ICC.

Nesses documentos, foi realizada uma exploração por meio do *software* NVIVO v. 12, identificando os dez termos de maior frequência de ocorrência, produzindo nuvens de palavras. Em seguida, existindo termos relacionados à sustentabilidade, às inovações verdes e à construção

civil, buscou-se o entendimento da abordagem à luz dos objetivos do trabalho, utilizando-se da técnica análise de conteúdo, definida por Bardin (2011) como aquela que permite a inferência de conteúdos relacionados aos objetivos do estudo nos textos selecionados.

Entre as políticas pesquisadas, buscou-se abranger âmbitos governamentais municipal, estadual e federal: Lei n. 13.249/2016 (BRASIL, 2016b) que institui o Plano Plurianual 2016-2019; Lei do Bem (BRASIL, 2020; 2005); Lei n. 7.819/2002 (MATO GROSSO, 2002); Plano de Desenvolvimento do Estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2012), Plano Plurianual de 2015-2019 (BRASIL, 2016b), Constituição Federal (BRASIL, 1988) e Lei Complementar n. 231 (CUIABÁ, 2011).

3.2 Busca Patentária

A pesquisa patentária utilizou como fonte a base de dados disponibilizada pelo *software* ©Orbit Intelligence (2022) por meio da estratégia de busca, aplicando-se o recurso dos operadores booleanos e truncagens de termos-chave para pesquisa, sintetizada pela expressão: (E04B)/IPC/CPC AND (ECO+ OR ENVIRONM+ OR GREEN OR RECYCL+ OR UPCYCL+ OR REUS+ OR ((LOW OR SPAR+) 5D (CARBON+ OR EMISS+ OR RESIDUE)))/TI/AB, tendo como parâmetro a Classificação Internacional de Patente (CIP, versão 2022.01) E04B (CONSTRUÇÕES GERAIS DE EDIFÍCIOS; PAREDES, por exemplo, DIVISÕES; TELHADOS; PISOS; TETOS; ISOLAMENTO OU OUTRA PROTEÇÃO DE EDIFÍCIOS (construções fronteiriças de aberturas em paredes, pisos ou tetos E06B 1/00), que apresenta nomenclatura similar na Classificação Cooperativa de Patente (CPC) em que o Brasil, por meio do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), adotou também a partir de 2014. Os termos-chave buscados no título e no resumo das patentes foram filtrados de forma que estivessem separados por cinco dígitos (5D). A busca patentária foi realizada com objetivo de quantificar, localizar, classificar e tipificar as patentes encontradas por domínio tecnológico e mercados principais (países).

4 Resultados e Discussão

As prospecções realizadas neste trabalho, em termos de artigos e patentes, apresentadas a seguir, possibilitaram o entendimento sobre as ecoinovações na realidade do Estado de Mato Grosso.

4.1 As Políticas Públicas e Ecoinovações na ICC

A partir do entendimento das políticas públicas como instrumentos que refletem o interesse público e da sociedade, buscou-se identificar nos documentos das políticas o conhecimento necessário para a implementação das ações neles expressos. Delineia-se o panorama das tendências e dos desafios para o desenvolvimento mais sustentável da ICC que perpassa pelo entendimento socioeconômico-ambiental atual do setor no Estado de Mato Grosso.

Entre as políticas pesquisadas, buscou-se abranger as esferas governamentais municipal, estadual e federal, no âmbito do Plano de Desenvolvimento do Estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2012), do Plano Plurianual de 2015-2019 (BRASIL, 2016b), da Constituição Fede-

ral (BRASIL, 1988), da Lei do Bem (BRASIL, 2005) e da Lei do Uso e Ocupação do Solo de Cuiabá (CUIABÁ, 2011). Observa-se que a inovação foi o termo mais recorrente nas políticas pesquisadas, usualmente relacionado às empresas, com enfoque em produtos e em processos, sendo este último, em menor escala, na perspectiva de sustentabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável (Figura 1).

Figura 1 – Nuvem de palavras com os dez termos mais recorrentes nas políticas federal, estadual e municipal



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo a partir do *software* ©NVivo

Já na legislação de Cuiabá-MT, não foi encontrado nenhum trecho que abordasse diretrizes de desenvolvimento sustentável. É importante ressaltar que no desenvolvimento e na produção de produtos verdes, quando se pensa em resíduos sólidos, também são criadas oportunidades de trabalho e de inclusão durante o processo de seleção, transporte e produção, além disso, tal prática conscientiza a sociedade.

No plano plurianual, foram traçadas diretrizes de desenvolvimento sustentável de modo geral: “Promoção da ciência, da tecnologia e da inovação e estímulo ao desenvolvimento produtivo, com ampliação da produtividade, da competitividade e da sustentabilidade da economia [...]” (MATO GROSSO, 2012), não se fazendo referência a nenhum setor, inclusive o da construção civil.

No texto da lei que institui o Plano de Desenvolvimento de Mato Grosso, tem-se no Parágrafo único do capítulo VI:

O módulo visa a incentivar o desenvolvimento do referido setor por intermédio de financiamentos de atividades que estimulem o crescimento dos setores de desenvolvimento no Estado, de forma sustentável, mediante o fortalecimento e o desenvolvimento de ações voltadas à conservação ambiental, recuperação de áreas degradadas e a sustentabilidade da atividade econômica de Mato Grosso. (MATO GROSSO, 2003, p. 8)

É o único recorte acerca de desenvolvimento sustentável, nada sendo, portanto, abordado sobre o setor da construção civil.

A Lei do Bem (BRASIL, 2005) apoia-se em inovações de produtos, processos e serviços (inovações tecnológicas), não sendo citadas as ecoinovações. A Constituição Federal traz aspectos concernentes ao ideal de desenvolvimento sustentável:

A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: [...] VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação. (BRASIL, 1988, art. 170)

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, art. 225)

As políticas públicas vigentes em um governo refletem a função do Estado em promover o bem-estar da sociedade e o interesse público nos diversos setores da economia. O resultado da pesquisa e a análise das políticas públicas revelam que as lacunas existentes representam a carência de legislações voltadas para o desenvolvimento sustentável do setor da construção civil, existindo apenas diretrizes gerais sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Portanto, mascara-se o papel das políticas públicas como agente transformador da sociedade, que, na sua maior camada populacional, continua repetindo métodos construtivos convencionais que degradam e poluem o meio ambiente.

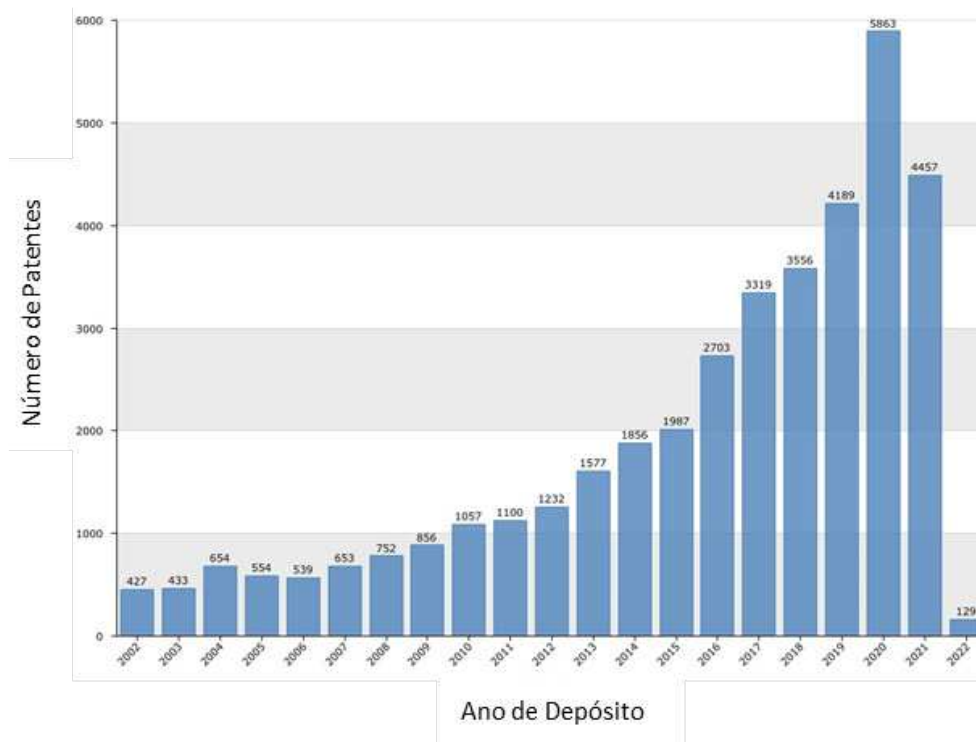
A partir dessas metas, Mato Grosso se propõe a reduzir 6Gton CO₂ até 2030, o que equivale a um ano de emissões totais do Estados Unidos (5,5 Gton CO₂) (MATO GROSSO, 2015). Porém, nenhuma dessas metas trata da ICC, revelando que estão sendo velados e relegados a segundo plano os impactos desse setor. As lacunas observadas refletem diretamente na quantidade de patentes postadas pelo setor da ICC, uma vez que não há políticas públicas que as impulsionem, conforme se discute na sequência.

4.2 Patentes e Ecoinovações (inovações sustentáveis) na ICC

A estratégia de busca foi implementada na base de dados disponibilizada pelo *software* ©Orbit Intelligence (2022), delimitando os termos-chave nas famílias de patentes por meio dos filtros no título e no resumo entre 2002 a 2022, cobrindo aproximadamente 20 anos. Esse período se justifica porque está contida a implementação pelos países signatários do Protocolo de Kyoto, passando a vigorar em 2005, que prevê a estagnação e a redução dos gases de efeito estufa, especialmente CO, que atuam diretamente no aquecimento global. A estratégia de busca implementada no *software* ©Orbit Intelligence (2022) foi sumarizada por meio do filtro: (E04B)/IPC/CPC AND (ECO+ OR ENVIRONM+ OR GREEN OR RECYCL+ OR UPCYCL+ OR REUS+ OR ((LOW OR SPAR+) 5D (CARBON+ OR EMISS+ OR RESIDUE)))/TI/AB. A busca se pautou em associar o setor de construção civil com as tecnologias ecoinovadoras aplicadas ao setor.

Foram levantados 42.499 registros de patentes propostas para ICC distribuídas por ano entre 2002 a 2022, conforme mostra o Gráfico 1, que evidencia a crescente tendência de investimento em tecnologias na área de CC nos últimos 20 anos, com abordagem em ecoinovações.

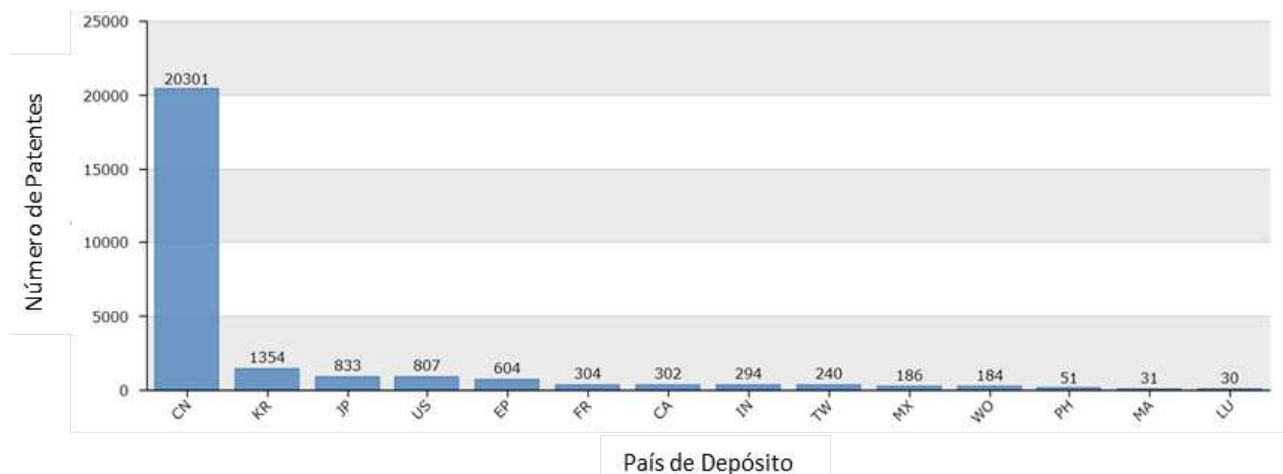
Gráfico 1 – Patentes depositadas entre 2002 e 2022



Fonte: Orbit Intelligence (2022)

As famílias de patentes “verdes” voltadas para ICC foram evidenciadas por país de depósito, conforme mostra o Gráfico 2, que aponta a posição de vanguarda tecnológica da China no setor de construção civil, certamente pelos seus robustos investimentos em infraestrutura e em inovação, acompanhado do crescimento do seu Produto Interno Bruto (PIB) nos últimos 20 anos em média superior a 7% ao ano (CBIC, 2020). Observa-se que o Brasil não se configura entre os 14 países que mais depositaram patentes caracterizadas pela estratégia de busca no período analisado. Evidencia-se a necessidade de políticas públicas que fomentem as tecnologias “verdes” aplicadas à construção civil.

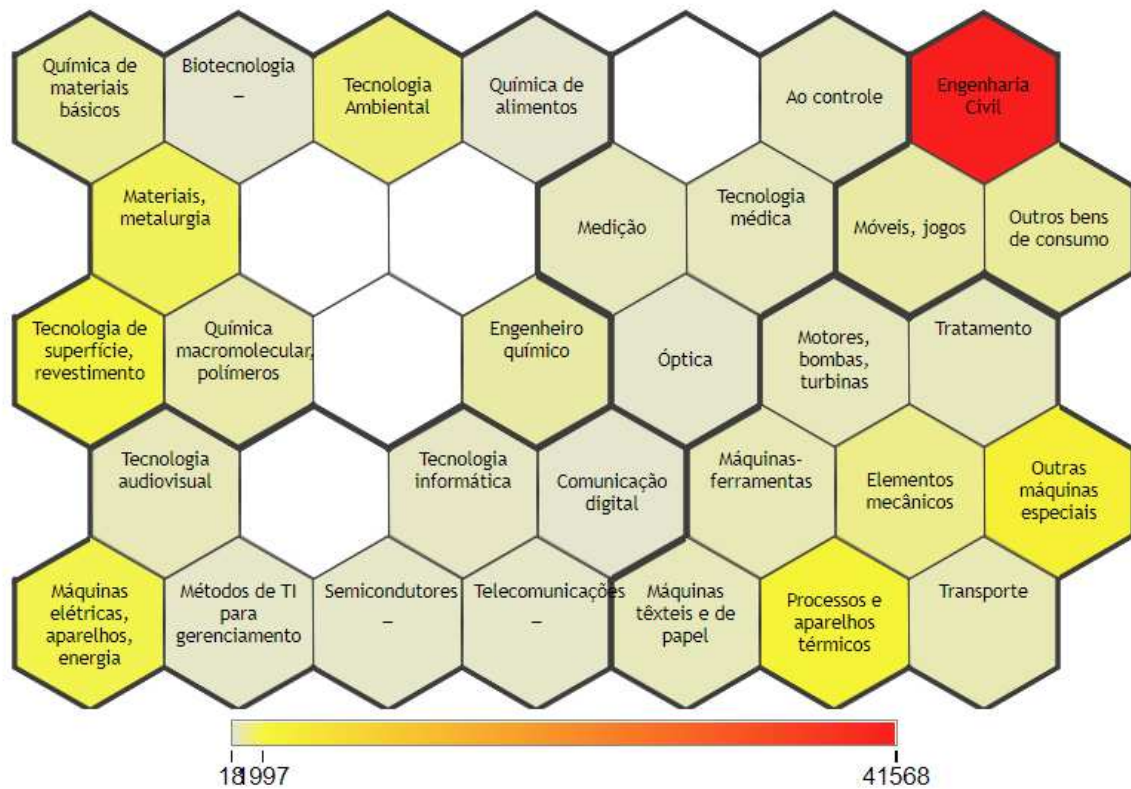
Gráfico 2 – Número de patentes por país depositante



Fonte: Orbit Intelligence (2022)

A Figura 1 apresenta as tecnologias dominantes resultantes da estratégia de busca implementada. As tecnologias voltadas para as abordagens ecoinovadoras aplicadas à Engenharia Civil obtiveram 41.568 famílias de patentes. Destaque para as tecnologias ambientais levantadas no período, contendo 1.165 famílias de patentes.

Figura 1 – Domínio da Tecnologia



Fonte: Orbit Intelligence (2022)

O baixo número de patentes verdes é reflexo da conjuntura de pouca interação da tripla hélice da inovação, formada pelo governo, academia e empresas, destacando-se a necessidade e a importância de se realizar maior investimento científico-tecnológico para que mais patentes sejam geradas. Destaca-se ainda a escassez de políticas públicas que incentivem a ecoinovação direcionadas à ICC, resultando em baixa produção patentária, observada por Teixeira, Teixeira e Rocha (2020).

A ICC brasileira apresenta atraso tecnológico se comparada aos países desenvolvidos, sendo, ainda, sua produção, de baixo grau de industrialização. Tem-se, também, que o Estado de Mato Grosso é periférico em relação à geração e ao acesso à tecnologia da ICC, assim como o Brasil o é em relação aos países mais industrializados. Desse modo, o acesso à ciência e à tecnologia se torna mais difícil, já que os agentes trabalham com inovações locais que promovem mudanças pouco substanciais nos produtos e nos processos e não são suficientes para gerar mudanças compatíveis com as ecoinovações do setor. Assim, as universidades podem desempenhar papel fundamental na construção do conhecimento e na difusão da inovação social relacionada à ecoinovação. Para sua consolidação no setor, ainda são incipientes as ações que consideram a integração da educação nessa transformação, seja Educação Ambiental, formal ou informal, uma vez que a geração destas exige atores e cidadãos bem formados e informados.

Construir as bases de uma nova economia para a ICC no estado, na qual os atores protagonizem processos de produção sustentáveis, requer investimentos e incentivos nas áreas de ciência, tecnologia e inovação, formação e qualificação continuada de recursos humanos, pois, sem as quais, não se acredita ser possível efetivar um modelo menos bioimpactante. Disso decorre a necessidade de geração e de disseminação de conhecimento que influenciam desde a propositura até a implementação de ações em prol da transição para a sustentabilidade ambiental da ICC.

5 Considerações Finais

Foram encontradas diversas lacunas nas legislações vigentes e falta de políticas próprias voltadas para a ICC que incentivem a produção e o desenvolvimento verde. Esse fato reflete diretamente na produção, na invenção e no uso de produtos ecoinovadores, que acabam não sendo consolidados no mercado, levando a população a retornar ao ciclo dos métodos construtivos tradicionais.

Portanto, faz-se necessária a criação de políticas públicas que tenham o papel não só de fomentar o desenvolvimento de estratégias, como também de incentivar o uso de novos métodos/produtos, que, muitas vezes, não são efetivados por falta de conhecimento ou de receio da população.

Complementarmente, também deve ser responsabilidade das políticas públicas contribuir com a consolidação dos produtos no mercado para, de fato, iniciar o processo de transformação da sociedade. Entende-se que desenvolver um produto sem incluí-lo no mercado e incentivar seu consumo ignora o real problema, que é conscientizar e instruir, verdadeiramente, a população.

6 Perspectivas Futuras

A ICC do Estado de Mato Grosso apresenta elevado potencial de inovação devido ao baixo grau de industrialização do estado, sua distância dos grandes centros e a existência de grande quantidade de resíduos do agronegócio passíveis de serem incorporados nos materiais de construção.

Por isso, as perspectivas de geração de ecoinovações são promissoras, inclusive gerando inovações disruptivas, com grande adequação ao clima e à realidade local. Muito poderia ser proposto em termos de soluções para projetos de construções sustentáveis, dispositivos para minimização de consumo de energia elétrica para fins de condicionamento térmico em edifícios públicos, comerciais e residenciais, considerando o rigor do clima, quente durante todo o ano; assim como para iluminação artificial, considerando a elevada disponibilidade de luz na abóbada celeste local em função da própria localização geográfica. Além disso, é importante pensar as ecoinovações na economia circular, com incorporação dos resíduos do agronegócio nos materiais construtivos, desde as embalagens do tipo sacos plásticos e papel até as cascas ou subprodutos.

Além disso, investir na fabricação digital e na impressão 3D deve ser prioridade para o setor mato-grossense, uma vez que o estado é distante dos centros produtores de seus insumos.

Referências

- AL-MANSOUR, A. *et al.* Green concrete: By-products utilization and advanced approaches. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 19, p. 5.145, 2019.
- ANDERSEN, M. M.; FOXON, T. J. The greening of innovation systems for eco-innovation – towards an evolutionary climate mitigation policy. *In: DRUID SUMMER CONFERENCE, 2009, Copenhagen. Anais [...].* Copenhagen: Copenhagen Business School, 2009. p. 1-35.
- AUTODESK. An IDC InfoBrief Report Digital. **Transformation: The Future of Connected Construction, 2020.** Disponível em: http://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV-775/images/Autodesk-IDC-Digital%20Transformation_The-Future-of-Connected-Construction.pdf. Acesso em: 29 abr. 2022.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Resolução n. 175, de 5 de novembro de 2016.** [2016a]. Disciplina o exame prioritário de pedidos de “Patente Verde”. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/arquivos-dirpa/Resoluon1752016_Patentesverdes_21112016julio_docx.pdf. Acesso em: 9 jan. 2021.
- BRASIL. **Lei n. 13.249, de 13 de janeiro de 2016.** Institui o Plano Plurianual da União para o período de 2016 a 2019. [2016b]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13249.htm. Acesso em: 28 nov. 2021.
- BRASIL. **Lei n. 11.196, de 21 de novembro de 2005.** Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação [...]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm. Acesso em: 9 jan. 2021.
- BRASIL. Secretaria de Planejamento e investimento estratégico. **Plano Plurianual 2016–2019.** 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/ppas-antiores/ppa-2016-2019>. Acesso em: 9 jan. 2021.
- BRASIL. **Guia Prático da Lei do Bem: roteiro e atualização do guia da Lei do Bem.** Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2020.
- BRIBIÁN, I.; CAPILLA, A. V.; USÓN, A. A. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. **Building and Environment**, [s.l.], v. 4, n. 5, p. 1.133-1.153, 2011.
- CÂMARA CHINESA DE COMÉRCIO DO BRASIL. **Saiba como nos últimos 20 anos o PIB chinês cresceu uma média superior a 7% ao ano.** [2021]. Disponível em: <https://www.camarachinesa.com.br/noticia/63/saiba-como-nos-uacuteltimos-20-anos-o-pib-chinecircs-cresceu-uma-meacutedia-superior-a-7-ao-ano>. Acesso em: 12 maio 2022.
- CAJAVILCA, E. S.; DO REGO, D. G.; SANTOS, A. S. Reaproveitamento de materiais para a construção civil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 7, n. 2, p. 130-134, 2014.
- CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil.** 2020. (Banco de dados). Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 9 jan. 2021.

CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas Subsídios para a Promoção da Construção Civil Sustentável**. 2014. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/MMA-Pnuma/Aspectos%20da%20Construcao%20Sustentavel%20no%20Brasil%20e%20Promocao%20de%20Politicass%20Publicas.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

CHEN, C. *et al.* Environmental Impact of Cement Production: detail of the different processes and cement plant variability evaluation. **J. Clean. Prod.**, [s.l.], v. 18, n. 5, p. 478-485, 2010.

CUIABÁ. **Lei Complementar n. 231**. Cuiabá: Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, 2011. 198p.

DE ARAÚJO, T. G.; UCHÔA, S. B. Mapeamento tecnológico do concreto dosado em central sob enfoque dos pedidos de patentes e análise de mercado. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 121-131, 2012.

DE ARAÚJO, V. R. B. S. *et al.* Estudo de prospecção do concreto verde. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 106-114, 2013.

DE ARAÚJO, T. G. L. *et al.* Análise das tendências da aplicação da robótica e automação na indústria da construção brasileira. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 219-228, 2013.

DE SOUZA, D. F.; RABÊLO, O. S. Ecoinovação: uma análise através das patentes verdes no Brasil. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE*, 15., 2015, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2015. p. 1-12.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. São Paulo: Bookman Editora, 2015.

GARCIA, J. C. R. Transmissão de tecnologia: análise de conceito. **Data Grama Zero**, [s.l.], v. 2, n. 2, 2001.

HAZARIKA, N.; ZHANG, X. Factors that drive and sustain eco-innovation in the construction industry: The case of Hong Kong. **J. Clean. Prod.**, [s.l.], v. 20, n. 238, p. 117816-117831, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama>. Acesso em: 9 jan. 2021.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Organization for Economic Co-operation and Development. **Atlas of Energy**. 2014. Disponível em: <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1118783123/0>. Acesso em: 9 jan. 2021.

KÖNNÖLÄ, T.; CARRILLO-HERMOSILLA, J.; GONZALEZ, P. R. Dashboard of ecoinnovation. *In: DIME INTERNATIONAL CONFERENCE*, 4., 2008, Bordeaux, **Anais [...]**. Bordeaux, University Montesquieu Bordeaux, 2008, p. 1-27.

MATO GROSSO. Coordenadoria de Estudos Socioeconômicos da Seplag. **Contas Regionais: Produto Interno Bruto de Mato Grosso em 2017**. 2018. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/web/seplan/-/13285483-economia-de-mato-grosso-tem-a-maior-taxa-de-crescimento-no-pais>. Acesso em: 9 jan. 2021.

MATO GROSSO. **COP 21**. 2015. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/documents/21013/135265/Apresenta%C3%A7%C3%A3o+Estrat%C3%A9gia+MT+na+COP+21/5c4e363b-84e1-4cfa-88dd-aad5fb6000c7>. Acesso em: 9 jan. 2021.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes**. Cuiabá: Central de Texto, 2012.

MATO GROSSO. **Lei n. 7819, de 9 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre a educação profissional, institui o Fundo de Educação Profissional, cria a Superintendência de Educação Profissional e os Centros Públicos de Formação Profissional – CENFORS, na estrutura da Secretaria de Estado de Ciência Tecnologia e Educação Superior, e dá outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/lei-ordinaria-n-7819-2002-mato-grosso-cria-o-centro-estadual-de-educacao-profissional-e-tecnologica-de-mato-grosso-ceprotec-mt-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 28 nov. 2021.

MATO GROSSO. **Lei n. 7.958, de 25 de setembro de 2003**. Define o Plano de Desenvolvimento de Mato Grosso, cria fundos e dá outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/lei-ordinaria-n-7958-2003-mato-grosso-define-o-plano-de-desenvolvimento-de-mato-grosso-cria-fundos-e-da-outras-providencias-2005-12-14-versao-consolidada>. Acesso em: 28 nov. 2021.

MEIRA, G. R. *et al.* Comportamento de concreto armado com adição de resíduos de tijolo cerâmico moído frente à corrosão por cloretos. **Ambient. Constr.**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 33-52, 2014.

OLIVEIRA, V. C. *et al.* Estratégias para a minimização da emissão de CO de concretos. **Ambient. Constr.**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 167-181, 2014.

ORBIT INTELIGENCE. [**Ferramenta de busca de bases de dados-Internet**]. ©Questel; 2022. Disponível em: www.orbit.com. Acesso em: 12 maio 2022.

PAIM, F. G.; DE ALMEIDA, M. R. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 30, n. 11, p. 463-474, 2018.

PASSUELLO, A. C. *et al.* Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambient. Constr.**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 7-20, 2014.

PHILIPP, R.; BURDETT, R.; GONÇALVES, J. C. S. **Buildings: investing in energy and resource efficiency**. London: London School of Economics and Political Science, 2011.

REID, A.; MIEDZINSKI, M. **Eco-Innovation, Final Report for Sectoral Innovation Watch**. Brussels: Technopolis Group, 2008.

RENNINGS, K. Redefining Innovation - Eco-innovation Research and the Contribution from Ecological Economics, **Ecological Economics**, [s.l.], v. 32, p. 319-322, 2000.

SANTIS, B. C.; ROSSIGNOLO, J. A. Avaliação da influência de agregados leves de argila calcinada no desempenho de concretos estruturais. **Ambient. Constr.**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 21-32, 2014.

SANTOS JÚNIOR, J. E. dos; SANTOS, V. M. dos; SOUZA COELHO, I. J. de. Roadmap Tecnológico para Desenvolvimento de Sistema de Monitoramento da Cura do Concreto. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 28, n. 4, p. 980-996, 2019.

SOUSA, I. A.; SOARES, M. J. N. Reflexões legais sobre impactos ambientais na construção civil. **Semioses: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, [s.l.], v. 12, n. 4, 2018.

TEIXEIRA, F. dos S.; TEIXEIRA, P. dos S.; ROCHA, C. A. M. da. Estudo Prospectivo Sobre Inteligência Artificial Aplicado ao Setor da Construção Civil. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1.134-1.146, 2020.

UCHÔA, S. B. *et al.* A. Prospecção tecnológica: painéis de vedação utilizando concreto leve e materiais reciclados. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 4, p. 780-790, 2015.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Classificação Internacional de Patentes (CIP)**. [2022]. Disponível em: <https://ipcpub.wipo.int/?notion=scheme&version=20220101&symbol=E04B&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=yes&searchmode=smart&id=0.0011177379420530542>. Acesso em: 11 maio 2022.

Sobre os Autores

Luciane Cleonice Durante

E-mail: duranteluciane@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4998-4587>

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 1994.

Endereço profissional: Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Avenida Fernando Correia da Costa, n. 2.367, Bloco FAET, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Ivan Julio Apolonio Callejas

E-mail: ivancalejas1973@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7877-7029>

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 1995.

Endereço profissional: Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Avenida Fernando Correia da Costa, n. 2.367, Bloco FAET, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Olivan da Silva Rabelo

E-mail: olivanrabelo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4940-8440>

Graduado em Administração pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB) em 2004.

Endereço profissional: Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia (EAUFBA), Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n Vale do Canela, Salvador, BA. CEP: 40110-903.

Hellyda sacal de Queiróz

E-mail: hellyda.arquitetura@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2102-2850>

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 2017.

Endereço profissional: Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Avenida Tiradentes, n. 1.300, Bairro Petrópolis, Várzea Grande, MT. CEP: 78144-424.