



ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL: EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA, PRODUÇÃO DOS MATERIAIS, APLICAÇÃO EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS, USO, MANUTENÇÃO, DESCONSTRUÇÃO E RECICLAGEM

Palavras-chave: Economia circular, Materiais alternativos, Construção civil

Francisco Eduardo Medeiros, Colégio Técnico de Limeira (COTIL) – UNICAMP
Leticia Trindade Guelere, Colégio Técnico de Limeira (COTIL) – UNICAMP
Victor Hugo Camargo, ETEC Trajano Camargo
Profa. Dra. Rosa Cristina Cecche Lintz – Faculdade de Tecnologia - UNICAMP

INTRODUÇÃO

Durante o projeto, foram realizadas várias pesquisas e trabalhos sobre sustentabilidade, iniciando pelos movimentos ambientais mundiais, passando pelos eventos históricos até chegar aos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas para o mundo.

Essa consciência ambiental envolve todos os setores da economia e este projeto aborda sobre o reaproveitamento de resíduos na construção civil, com o objetivo de reduzir a exploração de materiais naturais estimulando a economia circular.

OBJETIVOS DA PESQUISA

- ✓ Transmitir ao aluno noções sobre sustentabilidade e reciclagem no setor da construção civil.
- ✓ Fornecer conhecimento suficiente para que o aluno possa analisar do ponto de vista técnico as vantagens e desvantagens de cada método construtivo, tradicional e alternativo com base no conceito de economia circular.

METODOLOGIA DA PESQUISA

As atividades do projeto foram desenvolvidas de forma híbrida: presencial e remota. Nas aulas foram apresentados slides, filmes, artigos e aberto tempo para discussões. Na sequência, eram realizadas leituras e atividades (seminários) referentes aos assuntos abordados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as aulas foram abordados diversos temas relacionados a materiais de construção civil, economia circular, reciclagem, tais como:

Sustentabilidade – tem sido impulsionada por algumas Leis e Resoluções:

- ✓ Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - que aborda sobre o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

- ✓ Resolução 307, de 5 de julho de 2002 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Classifica os resíduos da construção civil e sua nova redação dada pela Resolução 448/12 proíbi a disposição de resíduos da construção civil em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Estabelece as formas de destinação dos resíduos de acordo com a sua classificação e implementa a gestão desses resíduos por meio do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.
- ✓ Resolução CONAMA 001 aborda sobre a avaliação de impacto ambiental causado por quaisquer atividades humanas que afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais. Estabelece para o licenciamento de algumas atividades a elaboração de estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente.
- ✓ Resolução CONAMA 237 considera a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente. Além disso incorpora ao sistema de licenciamento ambiental os instrumentos de gestão ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua.

Exemplos de materiais e tecnologias não convencionais na construção civil:



Fig. 1 - Fachada frontal e lateral da casa de bambu em Itanhangá, Rio de Janeiro (Fonte: Ghavami, 2014)

Economia circular - trata da redução do uso de materiais primários e seus impactos ambientais associados, por meio de estratégias que oferecem uma sobrevida aos materiais que atingiram seu tempo de vida útil em serviço. Essas estão relacionadas à redução, reutilização e reciclagem dos materiais nas etapas de produção, processos de distribuição e consumo (Kirchherr et al., 2017; Munaro et al., 2022). Um dos materiais de construção grandemente empregado em obra é o concreto. Este é composto pelo cimento, areia, brita e água, podendo conter aditivos e adições.

Os agregados naturais podem ser substituídos pelos agregados reciclados provenientes, por exemplo, dos resíduos de construção e demolição (RCD).

RCD - Os resíduos da construção civil e demolição, são materiais resultantes de obras, reformas, demolições e escavações (Resolução CONAMA 307 de 2002). Eles incluem concreto, tijolos, telhas, madeira, metais, entre outros.

Os agregados reciclados podem ser destinados em obras de pavimentação, obras de drenagens, contenção de encostas, como agregado para produção de concreto não estrutural, confecção de argamassa de assentamento de alvenaria, fabricação de artefatos de concreto, tais como blocos de vedação, pisos intertravados, entre outras utilizações (Aguiar; Figueiredo, 2023).

RCD



Fig. 2 – Residencial D. Constantino Amstalden São Carlos-SP.
(Fonte: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/u-sina-de-reciclagem.html>)

Solo-cimento

A composição do solo-cimento é solo, água e cimento.

Nas construções, o solo-cimento pode ser utilizado em paredes monolíticas e na produção de tijolos ou blocos prensados (<https://abcp.org.br/solo-cimento/>).



Fig. 3 – Tijolos solo cimento (Fonte: Ferrari et al., 2014)

Método construtivo industrializado

- ✓ O método construtivo industrializado tem aplicação recente no Brasil, sendo empregado no exterior;
- ✓ Utiliza painéis-parede composto por gesso acartonado, placas cimentícias e de madeira, aço galvanizado, lã de pet e membrana hidrófuga;
- ✓ Permite uma construção com menos desperdício de materiais, execução rápida, maior isolamento térmico e acústico com facilidade para reparos e manutenções.



Fig. 4 – Etapas de construção - Método construtivo industrializado
(Fonte: INOVAHOUSE)

Concreto

- ✓ Composição: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água e aditivos;
- ✓ Características: excelente resistência à compressão, boas propriedades térmicas e acústicas, alta durabilidade em comparação com outros materiais;
- ✓ Tipos: concreto autoadensável, concreto armado, concreto protendido, concreto massa, etc.
- ✓ Aplicação: construções de fundações, lajes, pilares, vigas, pavimentação, produção de blocos, bancos, estátuas, fachadas.



Fig. 5 – Pavimento de concreto - trecho da BR 101 na Paraíba (2008).
(Fonte: <https://viasconcretas.com.br/tecnologia/pavimento-de-concreto/>)

CONCLUSÕES

- ✓ Os aspectos mais relevantes do estudo são a abordagem de temas de sustentabilidade dentro do setor da construção civil. Este é um dos setores da indústria que mais polui o meio ambiente.
- ✓ O reaproveitamento e a reciclagem de resíduos de construção civil são empregados como matéria-prima para fabricar novos produtos impulsionando a economia circular.

BIBLIOGRAFIA

<https://viasconcretas.com.br/tecnologia/pavimento-de-concreto/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>. Acesso em: 28 jul. 2024.

<https://inova.house/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

AGUIAR, P. H. N., FIGUEIREDO, B. L. S. Os benefícios dos resíduos de construção e demolição na construção civil com influência positiva para o meio ambiente a fim de redução de custos na obra. Disponível em:

<https://facerescientia.com.br/wp-content/uploads/2023/12/OS-BENEFICIOS-DOS-RESIDUOS-DE-CONSTRUCAO-E-DEMOLICAO-NA-CONSTRUCAO-CIVIL-COM-INFLUENCIA-POSITIVA-PARA-O-MEIO-AMBIENTE-A-FIM-DE-REDUCAO-DE-CUSTOS-NA-OBRA-.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FERRARI, V. J. et al. Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 131-148, jul./set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/hb9SSdWTV4ZGbJJ7krvh9XJ/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 26 jul. 2024

GHAVAMI, K. Materiais e Tecnologias não Convencionais para o Século XXI. 2014 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269996464_Materiais_e_Tecnologias_nao_Convencionais_para_o_Seculo_XXI. Acesso em: 15/02/2024.

KIRCHHERR, JULIAN; REIKE, DENISE; HEKKERT, MARKO. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, v. 127, p. 221-232, 2017. ISSN 0921-3449. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

LEI 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm Acesso em: 15 fev. 2024.

MUNARO, M.R.; TAVARES, S.F. A economia circular na construção civil: principais barreiras e oportunidades para a transição do setor. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 18, n. 53, p. 54-71, seção temática, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15726>. Acesso em: 02 mar. 2024.

Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 15 fev. 2024.

Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305. Acesso em: 15 fev. 2024.

Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 15 fev. 2024.