

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharias: criação e repasse de tecnologias /
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

CAPÍTULO 2..... 7

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

CAPÍTULO 3..... 22


ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

CAPÍTULO 4..... 41

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

CAPÍTULO 5..... 55

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

CAPÍTULO 6..... 63

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem


Isabela Maciel Macedo
Laís Carolina dos Santos Mota
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

CAPÍTULO 7..... 76

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO


Aline Islia Almeida de Sousa
Adeildo Cabral da Silva
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE ²²⁶Ra E ²²⁸Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS

Aluísio de Souza Reis Júnior
Geraldo Frederico Kastner
Renata Dias Abreu Chaves
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

CAPÍTULO 9..... 99

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K₀, NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO


Wellington Ferrari da Silva
Renata Priscila de Oliveira Paula
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

CAPÍTULO 10..... 108

DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS

Renivan Costa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

CAPÍTULO 11 126

DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNCTION ARCHITECTURE

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Fábio Rodrigo Milanez
Wagner Fontes Godoy
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Renato Alves de Oliveira
Mario Suzuki Junior
Ricardo Breganon


Francisco de Assis Scannavino Junior
Lucas Botoni de Souza
Michele Eliza Casagrande Rocha
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

CAPÍTULO 12..... 140

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499


Marcos Fonseca Mendes
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

CAPÍTULO 13..... 155

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ


Rafael Alex Vieira do Vale
Idalmir de Souza Queiroz Júnior
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

CAPÍTULO 14..... 167

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES


Eduardo Camargo Langrafe
Cristiano Henrique Ferraz
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

CAPÍTULO 15..... 179

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES


Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

CAPÍTULO 16..... 195

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira
Alexandre Fernandes Santos
Ariel Dov Ber Gandelman
Eliandro Barbosa de Aguiar
Heraldo José Lopes de Souza


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

CAPÍTULO 17.....203

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

CAPÍTULO 18.....219

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA


Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>


CAPÍTULO 19.....234

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

CAPÍTULO 20.....242

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram


Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

CAPÍTULO 21.....256


SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS

Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 22..... | 270 |
| THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES | |
| Angela Alidia Bernal Cárdenas | |
| José Pedro Mansueto Serbena | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322 | |
| CAPÍTULO 23..... | 276 |
| GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE | |
| Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade | |
| Getúlio Kazue Akabane | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323 | |
| CAPÍTULO 24..... | 301 |
| CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL | |
| Ruth Matovelle Villamar | |
| Manuel Lecuona Lopez | |
| Adriana Gonzalez Hernández | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324 | |
| CAPÍTULO 25..... | 314 |
| BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR | |
| Ronaldo Salvador Vasques | |
| Fabrício de Souza Fortunato | |
| Márcia Regina Paiva de Brito | |
| Natani Aparecida do Bem | |
| Elaine Regina Brito Maia | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325 | |
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 326 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 327 |

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO

Data de aceite: 01/03/2022

Aline Isliá Almeida de Sousa

Cisne Faculdade de Quixadá
Quixadá – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6634910866089855>

Adeildo Cabral da Silva

Instituto Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4249504075130204>

João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

Faculdade de Engenharia da Universidade do
Porto
Porto - Portugal
<http://lattes.cnpq.br/3962230920774206>

RESUMO: Foram especificados os materiais dos painéis pré-moldados com base no Documento de Avaliação Técnica (DATec) e avaliados os impactos do ciclo de vida (AICV) dos materiais de um painel utilizando o *software* SimaPro versão 8.0.3.14. Os impactos foram aferidos pelo método ReCiPe, biblioteca do EcoInvent e *European Life Cycle Database* (ELCD). Os principais materiais dos DATecs são: concreto, aço, tijolo cerâmico, argamassa. Todavia, o que os diferencia são os processos de fabrico e/ou as respectivas quantidades de cada elemento utilizadas na produção do painel. Os resultados mostram que o material que mais impactou foi o concreto, sendo o mesmo aplicado em várias estruturas.

PALAVRAS-CHAVE: AICV; Construção; Processo.

EVALUATION OF THE LIFE CYCLE IMPACTS OF THE MATERIALS OF A PRECAST PANEL

ABSTRACT: The precast panel materials were specified based on the Technical Assessment Document (DATec) and evaluated the life cycle impacts of the materials of a panel using SimaPro software version 8.0.3.14. The impacts were measured using the ReCiPe method, library of the EcoInvent and the European Life Cycle Database (ELCD). The main materials of the DATecs are: concrete, steel, ceramic block, mortar. However, the distinction between them is the manufacturing processes and/or the respective amounts of each element used in the manufacture of the panel. The results show that the material that most impacted was the concrete, being the same used in several structures.

KEYWORDS: LCIA; Construction; Process.

1 | INTRODUÇÃO / JUSTIFICATIVA

A construção civil tem um peso significativo no crescimento dos países, principalmente naqueles em desenvolvimento (CONDEIXA, 2013; IVE; GRUNEBERG, 2000; KHAN, 2008; RANGELOVA, 2015), uma vez que, a sua atividade relaciona-se de forma direta com a economia, com a geração de emprego e renda e é por meio dela que se produz toda a infraestrutura de portos, ferrovias, rodovias, energia, habitações e outros (SOUZA *et al.*, 2015; STASIAK-BETLEJEWSKA; POKÁNY, 2015).

Este crescimento é impulsionado por investimentos industriais, como também por apoios governamentais, como políticas fiscais, programas de concessão de subsídios, sendo a maior parte destes investimentos encaminhada a habitações de interesse social¹ (LASSIO, 2013).

O enfoque habitacional popular tem um histórico bastante longo desde a década de 60, devido à queda no setor da construção civil, e como forma de resolver os problemas de crescimento exponencial da demanda por moradias e *déficit*, o Governo criou o Banco Nacional da Habitação (BNH) e a Companhia de Habitação Popular (COHAB) com o objetivo da criação em massa de domicílios através de conjuntos habitacionais (SOUZA *et al.*, 2015).

O MCMV foi criado pela Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009 alterada para Lei nº 12.424, de 16 de junho de 2011 (BRASIL, 2011). Esse programa favorece o crescimento da indústria da construção (CBIC, 2008; LACERDA, 2014), com a produção de aproximadamente de 1000 casas por dia (PORTAL BRASIL, 2016).

Em 2014, foram contabilizados no setor habitacional 67 milhões de domicílios particulares permanentes, havendo um aumento de 1,9 milhões em relação ao ano de 2013 (PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS – PNAD, 2015). Entretanto, dados do PlanHab estimam a produção de 28 milhões de moradias até 2023 (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI, 2009).

Para atender esta demanda habitacional, usam-se alternativas rápidas, com materiais convencionais, ou não convencionais². É neste âmbito que se encaixam os sistemas construtivos com pré-moldados e/ou pré-fabricados. Os pré-fabricados são produzidos fora do canteiro de obra, ou seja, numa fábrica especializada. Já os pré-moldados são produzidos no próprio canteiro. Todavia, informações referentes a habitações construídas por esses modelos construtivos são escassas na literatura (BRUMATTI, 2008).

Estas soluções construtivas têm combinações de materiais, e a expansão habitacional por meio deles traz consigo um grande consumo de insumos. Em 2011 a indústria de materiais retribuiu com 17% do Produto Interno Bruto (PIB) na cadeia produtiva, constituindo a segunda maior contribuição do PIB da cadeia da construção (FIRJAN, 2017).

O crescimento por materiais de construção reflete no grande consumo de matérias-primas e energia (LASSIO, 2013), basicamente em todas as fases do ciclo dos materiais, como: extração, fabricação, transporte, uso e descarte, gerando impactos no ambiente e na sociedade.

Nessas circunstâncias, volve necessário um estudo sobre avaliação dos impactos que a indústria da construção civil engloba. Para isto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), é uma metodologia em uso no setor construtivo para a tomada de decisão, permite, por meio

1 São habitações que atinge de forma especial a população de menor poder aquisitivo (CEARÁ, 2005).

2 São denominados de materiais convencionais ou industrializados, o cimento Portland, aço, cerâmica, concreto, alumínio de uso comum. Já o termo não-convencional tem-se o a terra crua (BARBOSA, 2003).

de um inventário de entradas (matéria-prima, transportes etc.) e saídas (emissões etc.), quantificar impactos no ambiente, como também averiguar o desempenho de determinado material, ou edificação ao longo da sua vida útil (CAMPOS, 2012; LI; ZHU; ZHANG, 2010).

Então, torna-se justificável explorar os modelos construtivos que surgem no Brasil pelos DATecs e avaliar os impactos ambientais dos materiais por meio da metodologia ACV usando o *software* SimaPro versão 8.0.3.14.

2 | AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

A ACV é uma metodologia que pode ser usada para avaliar sistemas complexos como edificações (PASSUELLO, 2014) ou de forma isolada por etapas, como (produtos, utilização e fim de vida) (BRAGANÇA; MATEUS, 2012), ou seja, essa avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade (SOARES; MATOS, 2011).

O início dos estudos sobre ACV e os impactos dos produtos ocorreu na década de 60 com o objetivo de comparar produtos, nomeadamente se o produto A seria melhor do que o produto B (GUINÉE; HEIJUNGS; HUPPES, 2011).

A primeira entidade que se preocupou com a padronização dos termos da ACV foi a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC), que com a ISO tem estado envolvida neste assunto desde 1994 (GUINÉE; HEIJUNGS; HUPPES, 2011).

Desse modo, existem padrões internacionais que tratam sobre a metodologia ACV: a ISO 14040, a primeira publicada em 1997, que retrata Normas e Princípios Gerais e Procedimentos, e a norma ISO 14041, publicada em 1998, que aborda o inventário (CHEHEBE, 1997).

Até 2006 existiam as normas de Gestão Ambiental em ACV: ISO 14.040 (1997); ISO 14.041 (1998); ISO 14.042 (2000); ISO 14.043 (2000), e a partir de 2006 estas foram compiladas para ISO 14.040 (2006) e 14044 (2006). No Brasil essas normas são chamadas de ABNT NBR ISO 14040 e 14044. Na norma ISO 14.040 (2009) são definidas quatro fases metodológicas distintas para ACV (Figura 1).

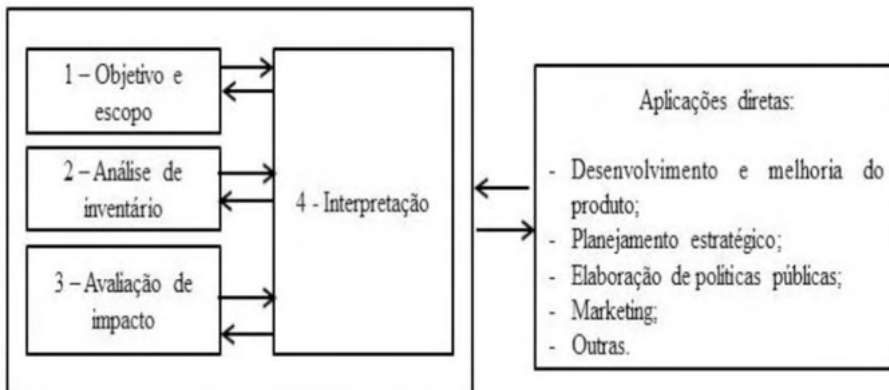


Figura 1 – Fases da avaliação do ciclo de vida.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14040 (2009).

As etapas contêm:

- Objetivo e escopo – definição das unidades funcionais, fronteiras do sistema (estudo), indicadores a serem usados e objetivos desejados;
- Inventário do Ciclo de Vida (ICV) – pesquisa detalha do processo, suas entradas e saídas;
- Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) – aplicação do método de avaliação de impacto;
- Interpretação – interpretação e análise dos resultados (CONDEIXA; HADDAD; BOER, 2014).

Essas etapas têm aplicações diretas no desenvolvimento e melhoria do produto; planejamento estratégico; elaboração de políticas públicas; marketing e outras, e atua como um instrumento abrangente, por ligar projeto, fabricação, construção, manutenção e destino.

3 | ESTUDO DE CASO

3.1 DATEC

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H) foi instituído pela Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998, com objetivo “de apoiar o esforço brasileiro de modernidade e promover a qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, com vista a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos” (BRASIL, 1998).

A Portaria nº 345, de 3 de agosto de 2007 instituiu o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores (SINAT) no âmbito do PBQP-H que, pauta sobre a concessão de Documentos de Avaliação Técnica (DATEC), intermediada pelo ITA no regime

do SINAT (BRASIL, 2007; LACERDA, 2014). Nesses documentos são especificadas informações técnicas da construção.

Geralmente, os sistemas construtivos que não são tradicionais e não têm norma regulada no Brasil e almejam financiamento devem ser avaliadas pelo SINAT (LACERDA, 2014).

Na presente data (março de 2021), na página da internet do PBQP-H, existem 15 diretrizes do SiNAT e 43 DATecs. Porém, dos destes 43 somente 23 (vinte e três) estão ativados para análise. Para análise dos DATecs ativos, foram especificados os principais materiais utilizados que são: concreto, bloco cerâmico, armadura de aço, argamassa, graute, aço zincado, placas de cimento, madeira telhas e placas de gesso.

3.1.1 Sistema construtivo: estudo de caso DATec nº 021-C para ACV

Este modelo construtivo apresenta uma alternativa técnica e economicamente viável para auxiliar na solução de um grande entrave da construção civil brasileira que é a baixa produtividade apresentada pelo sistema construtivo tradicional, através da utilização de painéis de alvenaria (tijolo e cimento) (CBIC, 2008).

O DATec nº 021-C foi desenvolvido pela construtora e incorporadora Morefácil, localizada na cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará, na Região Nordeste do Brasil. Os painéis são montados no canteiro da obra em lugar específico sobre uma pista de concreto no local da obra (Figura 2 – A). São moldados em fôrmas metálicas na horizontal (Figura 2 – B), que permitem a montagem e desmontagem através do uso de travas especiais desenvolvidas para o sistema. O içamento desses painéis são por caminhões tipo munck para o local definido, colocado sobre uma argamassa colante (Figuras 2 – C, D e E). Eles têm função estrutural, são concebidos por uma camada de concreto, armadura de aço, blocos cerâmicos e argamassa (Figura 2 – F) e não podem ser ampliadas verticalmente.

Este sistema construtivo é patenteado e encontra-se na base do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) com o código PI0701328-0.

A área da habitação é de aproximadamente 40m², com uma sala, dois quartos, uma cozinha, um banheiro. Pode ser unifamiliar, geminada, dependendo do projeto da construtora (MOREFÁCIL, 2017).

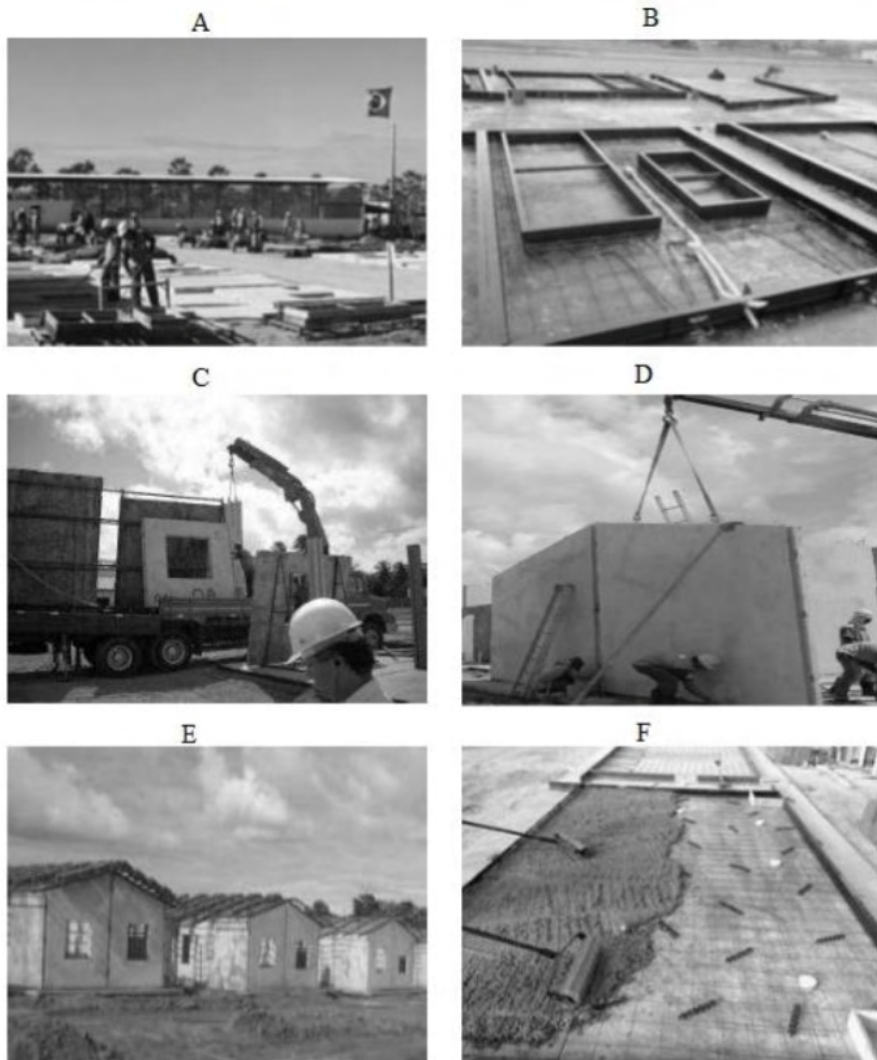


Figura 2 – Detalhes do painel DATec n° 021-C: (A) Pista de produção dos painéis; (B) Detalhes das fôrmas metálicas dos painéis; (C) Içamento dos painéis com caminhão munck; (D) Posicionamento dos painéis sobre argamassa; (E) Detalhes dos preenchimentos do painel; (F) Detalhes dos preenchimentos do painel.

Fonte: DATec 021-C (2021).

4 | METODOLOGIA

Esta pesquisa tem cunho exploratório ao trabalhar com ACV de painéis pré-moldados para habitações sociais.

4.1 Avaliação do ciclo de vida

Os pontos seguintes ressaltam as 4 fases da aplicação da ACV ao painel pré-moldado DATEc nº 021-C em estudo.

4.1.1 Objetivo e escopo

Para este estudo foi utilizado a metodologia ACV com dados modelados no SimaPro versão 8.0.3.14, visando avaliar os impactos ciclo de vida dos materiais de um painel pré-moldado em alvenaria com blocos cerâmicos e concreto armado com base no DATEc nº 021-C, válido fevereiro de 2023, para um estudo não comparativo.

Foi utilizado o método ReCiPe por ter categorias de “ponto médio” (Quadro 1) e “ponto final”, ou seja, que considera todos os efeitos possíveis para este estudo. Por fim, foi utilizada a biblioteca do EcoInvent3 como também, o *European Life Cycle Database - ELCD*.

| | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Depleção do ozônio | Formação de oxidantes Fotoquímicos | Mudanças climáticas | A ocupação da terra urbana | Eutrofização do mar | Esgotamento dos combustíveis fósseis |
| Toxicidade humana | Formação de partículas | Ecotoxicidade terrestre | Transformação da terra natural | Eutrofização da água doce | Esgotamento dos minerais |
| Radiação | Acidificação terrestre | A ocupação da terra agrícola | Ecotoxicidade marinha | Ecotoxicidade da água doce | Esgotamento da água doce |

Quadro 1 – 18 categorias de impacto de ponto médio do método ReCiPe.

Fonte: SimaPro database manual (2008).

4.1.1.1 Unidade funcional

A função desse painel pré-moldado é a vedação vertical, e a sua unidade funcional é correspondente à quantidade de materiais para produção de um painel com área de 4,87m².

4.1.1.2 Fronteira do sistema

A fronteira do sistema considerada é *cradle to gate* (do berço ao portão), isto é, envolve a extração de matérias-primas, fabricação e processos internos (transporte etc.). Tais limitações são comuns entre os pesquisadores (FIGUEIREDO; GOMES; CARVALHO, 2016). Neste caso, as referências de extração e fabricação do produto encontram-se nas bibliotecas selecionadas: EcoInvent e ELCD. Na Figura 3, especifica as fronteiras estabelecidos para simplificar a pesquisa, mas também para obviar o fato de o DATEc não conter informação sobre todas as etapas.

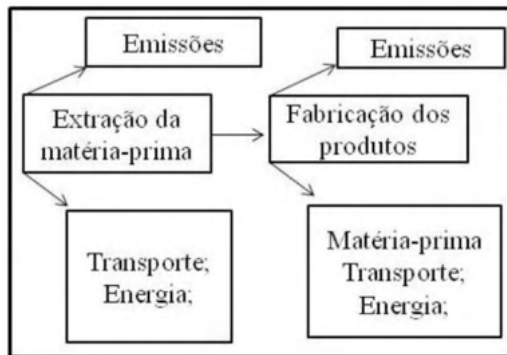


Figura 3 – Fronteira principal deste estudo.

Fonte: Autora (2021).

4.1.2 Inventário dos materiais do painel pré-moldado

A base de dados EcoInvent é uma das mais aceitas por especialistas em ACV, sendo reconhecida mundialmente (BRAGANÇA; MATEUS, 2011). A biblioteca ELCD foi selecionada para o material aço. A Tabela 1 apresenta as quantidades de materiais para a fabricação de um painel pré-moldado.

| Elementos dos painéis | Massa (kg) |
|-------------------------------|------------|
| Tijolos Cerâmicos | 337 |
| Concreto C25 | 354,75 |
| Tela Eletrossoldada e Treliça | 18,14 |
| Argamassa cimentícia | 260 |

Tabela 1 – Materiais referentes à unidade funcional - 4,87m².

Fonte: Autora (2021).

A Tabela 2 apresenta a referência e descrição dos materiais selecionados no *software* SimaPro versão 8.0.3.14, baseadas nas fronteiras do sistema. O *software* modela essas informações gerando gráficos e tabelas sobre a influência desses produtos nos impactos ambientais.

| Processos/Materiais | Identificação no SimaPro | Biblioteca/Projeto |
|----------------------|--|--------------------|
| Tijolos Cerâmicos | Brick {RoW} production I Alloc Def, S | EcolInvent 3 |
| Concreto normal | Concrete, normal {RoW} production I Alloc Def, S | EcolInvent 3 |
| Argamassa cimentícia | Cement mortar {RoW} production I Alloc Def, S | EcolInvent 3 |
| Vergalhão de aço | Steel rebar, blast furnace and electric arc furnace route, production mix, at plant GLO, S | ELCD |

Tabela 2 – Referencias no EcolInvent e ELCD correspondentes aos materiais do painel pré-moldado.

Fonte: Autora (2021).

Na biblioteca do EcolInvent3 não havia informações relativas à armadura de aço, assim, optou-se por um processo com características similares, para tanto, foi escolhido o vergalhão de aço da biblioteca ELCD.

Os materiais foram fundamentados em elementos com médias globais (GLO) e ao redor do mundo (RoW), com padrão de alocação (Alloc Def) que é a divisão do processo, neste caso por proporção em massa, conglomerando entradas e saídas (Sistema - S), quer dizer, os insumos e emissões.

4.1.3 Avaliação das categorias de impacto ambiental

As categorias selecionadas para interpretação de impacto ambiental são: mudanças climáticas; toxicidade humana; formação de material particulado; depleção do ozônio; formação de oxidantes fotoquímicos; acidificação terrestre e eutrofização da água doce. Algumas destas categorias são as geralmente avaliadas e apresentadas na Declaração Ambiental de Produtos (DAP), e na norma ISO 21929-1 de 2011 aborda a sustentabilidade na construção (BRAGANÇA; MATEUS, 2011; MATEUS, 2009).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Apresentação e interpretação dos resultados

Após a caracterização dos materiais e respectivas quantidades baseadas na unidade funcional e fronteiras do sistema, o programa SimaPro versão 8.0.3.14 gerou as seguintes informações de contribuição de cada material para as categorias de impactos selecionadas neste estudo (Figura 4).

A metodologia ReCiPe associa as categorias mudanças climáticas, toxicidade humana, depleção do ozônio, formação de material particulado e formação de oxidantes

fotoquímicos à saúde humana. E as categorias eutrofização da água doce e acidificação terrestre estão ligadas a ecossistemas.

Os resultados envolvem a produção dos materiais e seu transporte no contexto do berço à fábrica com alicerce no inventário do EcolInvent e ELCD.

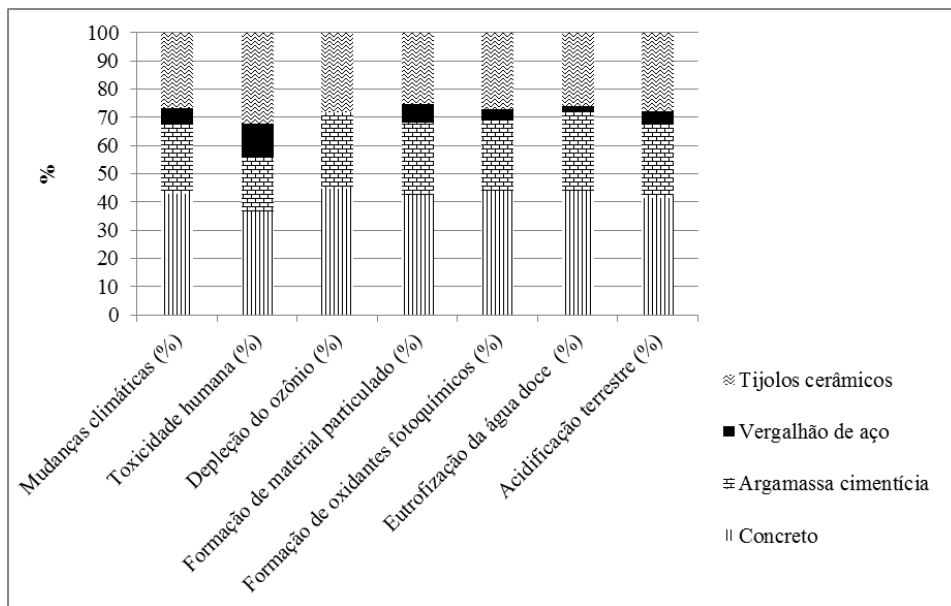


Figura 4 – Contribuição dos materiais para as categorias de impactos ambientais selecionadas no ReCiPe.

Fonte: Autora (2021).

Verifica-se que o concreto contribuiu em maior porcentagem nas categorias de impacto selecionadas com 44,6% em depleção do ozônio, e menor em toxicidade humana com 36,5%. O segundo elemento a contribuir nas categorias foi o tijolo cerâmico com 32,3% na toxicidade humana, e menor com 25,4% em formação de material particulado. O terceiro material a contribuir foi à argamassa cimentícia com 28,2 em eutrofização da água doce e menor em 19,2% na toxicidade humana. O vergalhão de aço foi o material que menos contribuiu nas categorias, porém, seu valor maior foi na toxicidade humana com 12%, e menor valor de impacto na categoria eutrofização na água doce com 1,76%.

Deste modo, em termos de quantidade de massa do material, o concreto foi o primeiro, o tijolo cerâmico o segundo, a argamassa o terceiro e por último o aço. Embora o concreto e tijolo cerâmico versem em termo de massa os que mais contribuem com a composição do painel, a sua contribuição dos impactos ambientais não é igualmente proporcional.

O concreto foi o que mais reforçou nas categorias de impacto por causa do cimento.

Sabe-se que seu processo desde a extração gera altas concentrações de CO₂. Kajaste e Hurme (2016) salientam em porcentagens globais para este processo que as emissões de CO₂ giram em torno de 5 a 8%.

As categorias de impacto selecionadas corroboram com outras pesquisas:

A etapa da extração da matéria-prima, ou seja, a obtenção dos materiais e transporte dos mesmos contribui significativamente para o aquecimento global, estão intimamente ligadas às emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, também exposto no trabalho de Bragança e Mateus (2011).

A categoria de toxicidade humana relaciona-se com a concentração de substâncias tóxicas no ar, água ou solo, causando problemas na saúde humana (United Nations Environment Programme - UNEP, 1996).

A categoria de depleção do ozônio relaciona-se com a produção de energia e transporte, também discutidos por Almeida *et al.* (2011) e Barbosa *et al.* (2012).

A categoria de formação de material particulado é caracterizada pela fração da ingestão de PM₁₀, relacionada com emissões do processo de fabricação (PRÉ-CONSULTANTS, 2014).

A categoria de formação de oxidantes fotoquímicos está associada ao bloco cerâmico, com a queima do gás natural que emite óxido de nitrogênio (NO_x), e à produção de energia elétrica usado pelos equipamentos no processo de produção dos materiais, também ligados a liberação de óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono e compostos voláteis (VOCs), essas informações igualmente em acordo com Almeida *et al.* (2011) e Barbosa *et al.* (2012).

A eutrofização, segundo Almeida *et al.* (2011) está relacionada com o NO_x emitido no processo.

A acidificação está ligada à emissão de NO_x e SO_x no processo de fabricação do cimento e tijolo cerâmico, como também da combustão dos combustíveis do transporte.

Finalmente, para as categorias de ponto final, a Saúde Humana é a mais afetada devido às emissões de partículas nos processos de fabricação dos materiais como basalto. Tais resultados também são apresentados nas pesquisas de Vieira, Calmon, Coelho (2016), Bueno (2014), Bragança e Mateus (2012).

Após os dados gerados (Figura 4), o procedimento permite determinar uma pontuação única para os painéis pré-moldados (Figura 5). A pontuação única é uma média dos 18 indicadores de ponto médio do método ReCiPe, incluindo os selecionados neste trabalho, que agregam as três categorias de danos finais: saúde humana, ecossistemas que relaciona as extinções de espécies e recursos que se refere a sua disponibilidade para gerações futuras.

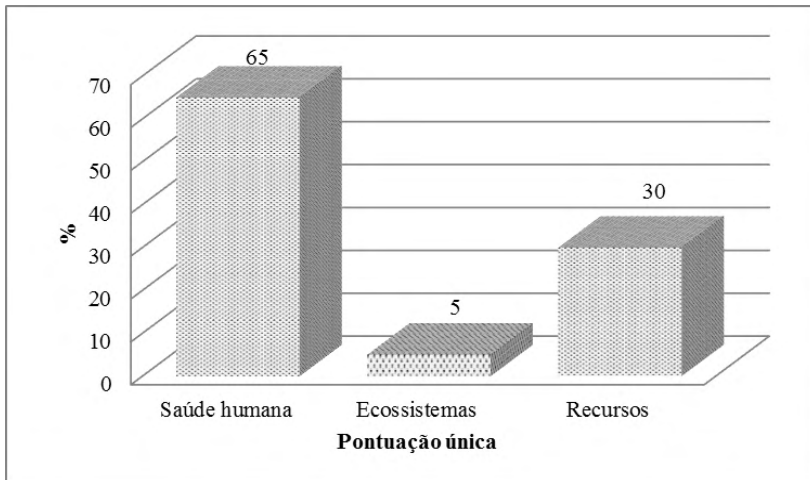


Figura 5 – Pontuação única da avaliação de impacto de ponto final.

Fonte: Autora (2021).

Os materiais inseridos tiveram maior impacto em primeiro lugar na saúde humana com 65%, em segundo nos recursos com 30%, este foi em decorrência com a média das 18 categorias ReCiPe (Quadro 1), e por último nos ecossistemas 5%.

Cabe frisar que o método ReCiPe encontra-se calibrado para a realidade europeia. Todavia, as categorias foram escolhidas à escala mundial. Além do mais, foram selecionados inventários dos materiais com médias ao redor do mundo.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alcançamos com esse trabalho, identificar os materiais dos DATecs e avaliar os impactos ambientais dos materiais de um painel pré-moldado usado para habitações sociais no Brasil.

Em relação à contribuição dos materiais do DATec nº 021-C para os impactos, verificou-se que o concreto foi o que mais teve influência nas categorias escolhidas: mudanças climáticas; toxicidade humana; formação de material particulado; depleção do ozônio; formação de oxidantes fotoquímicos; acidificação terrestre e eutrofização da água, em seguida o bloco cerâmico, posterior à argamassa cimentícia e por último a armadura de aço.

A razão pelo qual o concreto contribuiu mais com as categorias selecionadas de impacto global foi por causa do cimento em sua composição, isso vale para a argamassa cimentícia.

Os resultados da AICV indicaram que os materiais desde a extração a produção têm alto potencial de impacto ambiental na saúde humana como, danos respiratórios, irritação nos pulmões. Para recursos é sua disponibilidade para gerações futuras, e

ecossistemas em relação à extinção de espécies em determinados locais. Não obstante, a análise da categoria pontuação única, o peso maior foi na saúde humana, depois recursos e ecossistema.

Através do conhecimento dos impactos desses materiais e utilização deles na maioria dos DATecs, é possível tomar decisões na fase da escolha de outros materiais com baixo fator de impacto negativo no ambiente e saúde humana.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **Relatório prospectivo setorial**: 2009. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14040**: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

_____. **NBR ISO 14044**: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Requisitos e Orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009b.

ALMEIDA, M. *et al.* Environmental product declaration: implementation in ceramic construction materials. In: BRAGANÇA, Luís *et al.* **Sustentabilidade na reabilitação urbana**: o novo paradigma do mercado da construção. Proceedings da primeira Conferência Nacional iiSBE Portugal: Lisboa, 2011, 313p.

BARBOSA, P. P. *et al.* Análise dos impactos ambientais da produção de blocos cerâmicos. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA. 3, 2012, Maringá. **Anais...** Maringá, 2012. p. 1-10.

BARBOSA, N. P. Transferência e aperfeiçoamento da tecnologia construtiva com tijolos prensados de terra crua em comunidades carentes. In: FORMOSO, C. T.; INO A. **Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003, v. 2, p. 12-39.

BUENO, C. **Avaliação do ciclo de vida na construção civil**: Análise de sensibilidade. 2014. 266p. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BRASIL. REPÚBLICA FEDERATIVA DO. **Lei nº 12.424**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e dá outras providências, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Portaria nº 134, 18 de dezembro de 1998**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 dez. 1998. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/download_doc.php. Acesso em: 01 fev. 2017.

_____. Ministério das Cidades. **Portaria nº 345, de 3 de agosto de 2007**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2007. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/download_doc.php. Acesso em: 01 fev. 2017.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. **Avaliação do ciclo de vida dos edifícios**: impacte ambiental de soluções construtivas. 1. ed., set. 2011.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Análise do Ciclo de Vida de Construções Metálicas. In: CONGRESSO LUSO-AFRICANO DE CONSTRUÇÕES METÁLICA E SUSTENTÁVEL, 1., 2012, Luanda. Anais... Luanda: Cmm, 2012, p. 1-10.

BRUMATTI, D. O. **Uso de pré-moldados** – estudo e viabilidade. 2008. 54 p. Monografia (Especialista na Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

CÂMARA BRASILEIRA DA INSÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Casas Olé - Fabricação e montagem de habitações, através de painéis pré-moldados de alvenaria com tijolo cerâmico e argamassa vibrada**. 15º Concurso Falcão Bauer de Inovação Tecnológica Para Habitação e Construção Sustentável. (Relatório). Fortaleza, 2008.

_____. **Sondagem indústria da construção**. (2016). Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/Sond-Set16.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

CAMPOS, F. H. A. **Análise do ciclo de vida na construção civil**: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto. 2011. 123 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2012.

CEARÁ. **Plano Diretor de habitação do Estado do Ceará**. (2005). Disponível em: http://conteudo.ceara.gov.br/content/aplicacao/sdlr/desenv_urbano/gerados/livro_pdh.pdf. Acesso em: 16 jun. 2017.

CONDEIXA, K. M. S. P. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida**: sistema drywall e alvenaria de vedação. 2013. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

CONDEIXA, K.; HADDAD, A.; BOER, D. Life Cycle Impact Assessment of masonry system as inner walls: A case study in Brazil. **Construction and Building Materials**, v. 70, p. 141-147, 2014.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, ed., CNI, 1997. 120p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. **Construção Civil: Desafios 2020**. 2014. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=4028808B4E3FB673014E3FF18D3D20D8>. Acesso em: 22 jan. 2017.

FIGUEIREDO, C. F.; GOMES, K. C.; CARVALHO, M. Materiais de Construção Sustentáveis: Avaliação do Ciclo de Vida de Concretos a Base de Cimento Portland e de Materiais Alcalinidades Ativados. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS, 2., 2016, Paraíba. **Anais...** Paraíba, 2016. p. 1-11.

GUINÉE, J. B.; HEIJUNGS R.; HUPPES, G. Life Cycle Assessment: Past, Present and Future. Iowa: **Environmental Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 90-96, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO 14040 – Environmental Management: Life Cycle Assessment: Principles and Framework**. Geneva: ISO, 2006.

_____. **ISO 14044 – Environmental Management: Life Cycle Assessment: Requirements and Guidelines.** Geneva: ISO, 2006.

_____. **ISO 21929 – 1:2011: Sustainability in building construction – sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings.** Geneva: ISO, 2011.

IVE, G. J.; GRUNENBERG, S. L. **The Economics of the Modern Construction Sector.** 1th ed. London: Macmillan Press LTD, 2000.

KAJASTE, R.; HURME M. Cement industry greenhouse gas emissions e management options and abatement cost. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, part 5, p. 4041–4052, 2016.

KHAN, R. A. Role of Construction Sector in Economic Growth: Empirical Evidence from Pakistan Economy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IN DEVELOPMENT COUNTRIES, 1., 2008, Karachi. **Anais...** Karachi: Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice, 2008. p. 279-290.

LACERDA, J. F. S. B. **Avaliação da sustentabilidade na construção civil dos sistemas construtivos convencionais e industrializado no Brasil.** 2014, 135f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.

LASSIO, J. G. G. **Aplicação do programa Simapro na avaliação do ciclo de vida dos materiais da construção civil:** estudo de caso para um conjunto habitacional. 2013, 96 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

LI, X.; ZHU, Y.; ZHANG, Z. An LCA-based environmental impact assessment model for construction processes. **Building and Environment**, v. 45, n. 3, p. 766-775, 2010.

MATEUS, R. F. M. S. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção:** Propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. 2009. 427p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Minho, 2009.

MOREFÁCIL. **Detalhes das Casas Olé:** Chorozinho I. (2011). Disponível em: <<http://www.morefacil.com.br/chorozinho.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

PASSUELLO, A. C. B. *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. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20, 2014.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT - PBQP-H. **Projetos.** Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php. Acesso em: 30 abr. 2017.

PESQUISA NACIONAL AMOSTRA DE DOMICÍLIOS - PNAD. **Síntese de indicadores.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

PORTAL BRASIL. **Infraestrutura**. (2016). Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/em-sete-anos-minha-casa-minha-vida-entrega-mais-de-1-000-casas-por-dia>. Acesso em: 22 fev. 2017.

PRÉ-CONSULTANTS. **SimaPro Database Manual: Methods Library**. Amersfoort, The Netherlands: Product Ecology Consultants, 2008.

_____. **SimaPro 8**. LCA software version PhD 8.0.3.14. Amersfoort, The Netherlands: Product Ecology Consultants.

RANGELOVA, F. **Fundamentals of Economics in Sustainable Construction**. 1th ed. Bulgaria: Bultest Standard LTD, 2015.

SOARES, L.; MATOS, M. Diferentes abordagens para desenvolver um LCA. In: BRAGANÇA, L. *et al.* **Sustentabilidade na reabilitação urbana: o novo paradigma do mercado da construção**. Proceedings da primeira Conferência Nacional iISBE Portugal: Lisboa, 2011, p. 313.

SOUZA, B. A. *et al.* Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da indústria da construção civil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 17, n. 31, p. 140-150, 2015.

STASIAK-BETLEJEWSKA, R.; POTKÁNY, M. Construction Costs Analysis and Its Importance To The Economy. **Procedia Economics and Finance**, Elsevier, v. 34, p. 35-42, 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Life cycle Assessment: what it is and how to do it**. Paris, UNEP, 1996.

VIEIRA, D. R.; CALMON, J. L.; COELHO, F. Z. Life cycle assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review. **Construction and Building Materials**, Internacional, v. 124, p. 656-666, oct. 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogeradores 219
Agentes de navegação cooperativos 127
Alpaca 242, 243, 244, 248, 255
Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106
Antena de Microfita 155, 158
Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164
Arquitetura de subsunção 127
Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189
Assinatura acústica 219, 228, 229, 230
Automação distribuída 140, 142

B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

C

Capex 167, 168
Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315
Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296
Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177
Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75
Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324
Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91
Controladores lógicos programáveis 140, 141
Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287
Cristais fonônicos 234, 236
Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

F

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

G

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

I

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

J

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

L

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

M

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

N

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

O

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

P

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

R

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

S

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

T

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Atena
Editora
Ano 2022

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

