

**Armando Dias Duarte**  
(Organizador)

# ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e  
tecnológicas e aspectos ambientais 2



**Atena**  
Editora

Ano 2022

**Armando Dias Duarte**  
(Organizador)

# ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e  
tecnológicas e aspectos ambientais 2



**Atena**  
Editora

Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

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



## Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Armando Dias Duarte

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0384-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.845221108>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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

A coleção de trabalhos intitulada “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino, pesquisa e extensão localizadas no Brasil. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, análise de estruturas por meio de métodos numéricos, recursos hídricos e gestão. A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os (as) novos (as) pesquisadores (as) e os (as) que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados obtidos.

Armando Dias Duarte




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM BAIRRO DE ELEVADO FLUXO DE VEÍCULOS – ESTUDO DE CASO**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Daniele de Castro Pessoa de Melo  
Diogo Henrique Fernandes da Paz  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Fábio Correia de Oliveira  
Rosana Gondim de Oliveira  
Fabio Machado Cavalcanti  
Maria Clara Pestana Calsa  
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211081>

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA RODOVIA PERNAMBUCANA**

Eduardo Antonio Maia Lins  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins  
Daniele de Castro Pessoa de Melo  
Diogo Henrique Fernandes da Paz  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Fábio Correia de Oliveira  
Rosana Gondim de Oliveira  
Fabio Machado Cavalcanti  
Maria Clara Pestana Calsa  
Fernando Arthur Nogueira Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211082>

### **CAPÍTULO 3..... 24**

#### **ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS POR CEMITÉRIO – ESTUDO DE CASO**

Eduardo Antonio Maia Lins  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins  
Daniele de Castro Pessoa de Melo  
Diogo Henrique Fernandes da Paz  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Adriane Mendes Vieira Mota


Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Fábio Correia de Oliveira  
Rosana Gondim de Oliveira  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Fabio Machado Cavalcanti  
Fernando Artur Nogueira Silva  
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211083>

**CAPÍTULO 4..... 36**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO DO CONCRETO LEVE COM ARGILA EXPANDIDA E  
ADIÇÃO DA CINZA DO COCO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO**


João Paulo Monteiro Carvalho  
Simone de França Cardoso  
Wilson Linhares dos Santos  
Mércia Maria Pinheiro Gambarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211084>

**CAPÍTULO 5..... 49**

**EFFECT OF BASALT POWDER AND METAKAOLIN FILLERS ON ASPHALT MASTIC  
BEHAVIOR**


Ana Luiza Rezende Rodrigues  
Rodrigo Pires Leandro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211085>

**CAPÍTULO 6..... 63**

**MASSA CERÂMICA À BASE DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA IMPRESSÃO  
3D POR EXTRUSÃO**


Márcia Silva de Araújo  
Gabriel Elias Toledo Ferreira  
José Alberto Cerri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211086>

**CAPÍTULO 7..... 77**

**VALORIZATION OF SLATE WASTE TO PRODUCE MATERIALS CERAMICS AND  
COMPOSITES**

Luciana Boaventura Palhares  
Douglas Filipe Galvão  
Tayna E. B. Lucena  
Sthefany B. P. da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211087>

**CAPÍTULO 8..... 90**


**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAVERS**

## PRODUZIDOS COM O USO DE SÍLICA ATIVA

Martônio José Marques Francelino

Fred Rodrigues Barbosa

João Manoel de F. Mota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211088>

### **CAPÍTULO 9..... 103**

#### **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ARGAMASSA PRODUZIDO COM AGLOMERANTE ÁLCALI-ATIVADO À BASE DE RCV E CINZAS**

Otacisio Gomes Teixeira

Mateus Ribeiro Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211089>


### **CAPÍTULO 10..... 113**

#### **ASPECTO HISTÓRICO DO PROJETO DO RESERVATÓRIO DO RIO ARICANDUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO SOB O ASPECTO HIDROLÓGICO**

Ariston da Silva Melo Júnior

Claudia de Oliveira Lozada

João Jorge Pereira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110810>

### **CAPÍTULO 11..... 125**

#### **ANÁLISE ESTRUTURAL DE EDIFICAÇÕES DAS ÁREAS RIBEIRINHAS PÓS DESASTRE: UM OLHAR PARA O BANCO DA VITÓRIA, ILHÉUS-BA**

Igor Ângelo Lobão de Souza

Joandre Neres de Jesus

Vanessa Neri de Souza

Kaique Ourives Silva

Ozana Almeida Lessa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110811>

### **CAPÍTULO 12..... 138**

#### **ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DA PRAIA DO BAIRRO NOVO, OLINDA, PERNAMBUCO**

Eduardo Antonio Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira


Rosana Gondim de Oliveira

Fabio Machado Cavalcanti

Maria Clara Pestana Calsa

Fernando Arthur Nogueira Silva

Hugo Vinicius Arruda de Sales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110812>

**CAPÍTULO 13..... 155**

**TAIPA DE PILÃO: UMA TÉCNICA CONSTRUTIVA COM TERRA**

Kauan de Jesus Oliveira

Júlio Coura Diniz

Erick Roberto Campos

Sayonara Espinoza Silva

Samuel Velasques Fernandes de Noronha

João Victor Rech Ruiz da Silva

Muriellen Cristina Cavalheiro da Frota Monteiro

Rafael Luis da Silva

Alex Gomes Pereira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110813>

**CAPÍTULO 14..... 165**

**ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE VIGAS EM CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DO SOFTWARE ANSYS**

Henrique Cardoso Koch

Bruna Manica Lazzari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110814>


**CAPÍTULO 15..... 214**

**ANÁLISE NUMÉRICA DE ATERRO TESTE SOBRE SOLO ARGILOSO MUITO MOLE REFORÇADO COM COLUNAS DE BRITA**

Pedro Gomes dos Santos Pereira

Bruno Teixeira Lima

Marcus Peigas Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110815>


**CAPÍTULO 16..... 225**

**ANÁLISE ESTRUTURAL ELÁSTICA LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO POR DIFERENTES MODELOS DE CÁLCULO: UM ESTUDO DE CASO**

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato


José Anchieta Damasceno Fernandes Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110816>

**CAPÍTULO 17..... 241**

**GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Diego Ramos de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110817>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 255**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 256**

## GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 01/08/2022

**Diego Ramos de Melo**

Gerenciamento de Obras, Tecnologia e  
Qualidade da Construção  
Instituto de Pós-Graduação - IPOG  
Cuiabá, MT

**RESUMO:** O Presente trabalho tem como objetivo principal o estudo da “Lean Construction”, seus princípios, aplicações e efeitos, efetuando sua implantação em processos na construção civil. A Lean Construction em sua origem percebe-se que para sua eficiência para utilização no Brasil devem acontecer adaptações para ser utilizada. A indústria da construção civil é um setor que apresenta um baixo nível de produtividade e altos níveis de desperdícios, tanto com materiais e mão de obra. Através dos prejuízos gerados, torna-se cada vez mais importante a aplicação de um gerenciamento e controle de produção. A medida que as empresas se tornam cada vez mais competitivas, a busca pela sobrevivência das empresas vem crescendo aceleradamente, e com isso a busca de alternativas inteligentes para solucionar o problema, pensando na qualidade, produção e acima de tudo reduzindo os custos. A “Lean Construction”, traduzindo, é popularmente conhecida como construção enxuta, é uma filosofia de gestão de produção, baseada no Sistema Toyota de Produção. A construção enxuta foi denominada por Koskela (1992) e visa eliminar desperdícios, simplificar processos, agregar valor ao produto atendendo

as necessidades do cliente e reduzir prazos. A “Lean Construction” propõe uma mudança conceitual do paradigma do processo tradicional de produção, trazendo inovação e melhorias em todos os seus processos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lean Construction. Construção Enxuta. Gerenciamento. Controle de Produção.

**ABSTRACT:** The present work has as main objective the study of "Lean Construction", its principles, applications and effects, carrying out its implementation in processes in civil construction. Lean Construction in its origin can be seen that for its efficiency for use in Brazil, adaptations must be made to be used. The construction industry is a sector that has a low level of productivity and high levels of waste, both with materials and labor. Through the losses generated, it becomes increasingly important to apply production management and control. As companies become increasingly competitive, the search for survival of companies has been growing rapidly, and with that the search for intelligent alternatives to solve the problem, thinking about quality, production and above all reducing costs. The “Lean Construction”, translating, is popularly known as lean construction, is a philosophy of production management, based on the Toyota Production System. Lean construction was called by Koskela (1992) and aims to eliminate waste, simplify processes, add value to the product meeting customer needs and reduce deadlines. “Lean Construction” proposes a conceptual change in the paradigm of the traditional production process, bringing innovation and improvements

in all its processes.

**KEYWORDS:** Lean Construction. Management. Production control.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Construção enxuta foi originalmente proposta em 1990 por Womack e Jones (WOMACK; JONES, 1992). O conceito de construção enxuta surgiu em 1992 (Lauri Koskela), quando nasceram seus onze princípios para aplicação da produção enxuta na construção civil. Womack e Jones (1996) apresentaram a evolução dos conceitos desta produção nos cinco princípios da Mentalidade Enxuta. Heineck et al. (2009) os reduziram a três: ciclo, fluxo e coordenação. O primeiro conduz a uma redução do tamanho do lote mediante a transformação das atividades a executar em ciclos repetitivos, o segundo se reflete em operações que não param e tenham uma sequência mais contínua possível e o terceiro foca na viabilização dos conceitos *Lean* pela coordenação das atividades.

O Sistema *Lean Construction* é uma metodologia baseada no sistema de produção de manufatura japonês, que visa a redução de desperdícios de prazo e recursos. Sua filosofia está voltada principalmente para o planejamento e controle da produção. Seus princípios adaptados à construção civil foram apresentados por Lauri Koskela (relatório técnico de 1992) – (JUNQUEIRA, 2006).

Segundo Lauri Koskela, o que define *Lean Construction*: “denominada como nova filosofia de gestão de produção, originada do Sistema Toyota de Produção – STP e adaptada para a construção civil”. Esse sistema de produção aumentou a competitividade com a identificação e eliminação de perdas. Perdas não se resumem apenas a produtos defeituosos gerados no Sistema de Produção em Massa (Fordismo ou Ford T. oposto ao método Toyota de produção), mas também perdas de recursos, mão de obra, “perda de tempo” e equipamentos em atividades que não agregam valor. Koskela, em 1992, publicou um trabalho acadêmico chamado “Application of the new production philosophy in the construction industry” (Aplicação da nova filosofia de produção na indústria da construção), no qual a mesma avaliou a aplicabilidade do sistema de produção da indústria automobilística na indústria da construção civil e assim originou a “Construção enxuta”. Quando se refere ao subsetor de edificações surgem diversos problemas, provenientes do alto índice de concentração de empresas neste setor e dificuldades complexas no seu gerenciamento. As mesmas se diferem de outros subsetores pela quantidade e diversidade de mão de obra (predominantemente não qualificada, justificada pela cultura Brasileira), insumos sem destinos e atividades produtivas em larga escala. Hoje, o gerenciamento de obras no Brasil é feito de forma improvisada, intuitiva (segundo instintos pessoais) e reativa (segue como base, modelos já visualizados anteriormente) resultando em baixa produtividade, falta de qualidade nos processos, elevados custos de produção, altos índices de desperdício, além de insatisfação dos clientes e/ou proprietários. Para isso, diversas

empresas do ramo da construção civil no Brasil têm buscado a melhoria contínua com implementações de Sistemas de Qualidade – SGQ, ISO9001, PBQP-H. Porém, grande parte dos processos, não são seguidos da forma correta, pois grande parte das empresas, não utilizam a tecnologia a favor do sistema da qualidade, deixando assim, um vácuo entre – Treinamento x Execução x Controle.

Isatto e Formoso (1998) declaram que a diferença entre o ambiente da construção e o originado no Sistema Toyota de Produção é usualmente considerado como uma importante restrição para aplicar a nova filosofia de produção na construção. Porém, esses autores esclarecem que a aplicação da nova filosofia de produção não implica em uma cópia integral ou parcial de habilidades e métodos do STP sem uma consideração crítica de fatores estruturais e ambientais da indústria.

Da mesma forma, Kurek (2005) afirma que a adaptação e a aplicação dos conceitos e princípios da produção enxuta, na construção, é um desafio, principalmente, porque esse processo representa a construção de uma teoria para o gerenciamento da construção.

Para Alarcón (1997), a indústria da construção é diferente da manufatura, onde o ritmo de produção é fundamentalmente regido de informações e fluxos de recursos. Isto se deve a sua grande variedade de área de trabalho e o intenso uso de mão-de-obra e equipamentos não estacionários. Segundo o mesmo autor, a organização, o planejamento, a alocação e o controle destes recursos são o que realmente determina a produtividade que pode ser alcançada. O modelo conceitual usado para analisar a construção que é de conversão de entradas em saídas do sistema e ignora importantes aspectos dos fluxos de informação e recursos.

## 2 | METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada entre o período de Maio a Julho de 2016, com ajuda de revisões bibliográficas de pesquisadores da área de Construção enxuta. Com objetivo de apresentar as diversas formas da apresentação do Gerenciamento, controle e aplicação do sistema *Lean Construction* – Construção enxuta.

Como definido por Gil (2008:50) a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida a partir de materiais já publicados, constituído de livros e artigos científicos”. Partindo da definição deste autor a pesquisa foi dividida em quatro etapas. A primeira etapa foi pautada na seleção de fontes utilizando como critério de participação os diversos materiais que fornecessem dados vinculados ao objetivo deste artigo. A segunda etapa foi caracterizada pela coleta de dados através da leitura exploratória dos estudos selecionados na primeira etapa e posterior leitura seletiva para identificar os textos que realmente tinham conexão com o estudo em andamento. A terceira etapa consiste na análise e interpretação dos resultados. Nesta etapa são realizadas as leituras analíticas para ordenar as fontes de forma a possibilitar a extração das respostas. A etapa final consiste na discussão dos resultados apresentando

as semelhanças e contrapontos dos autores selecionados.

### **3 | O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO. COMO FERRAMENTA DE IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Os princípios da Construção Enxuta deverão ser introduzidos nas empresas, através de técnicas, ferramentas, planejamento, controle e um dos pontos mais importante o Gerenciamento da aplicação do sistema, acima de tudo, voltado para o avanço tecnológico.

Nos últimos anos, alguns importantes avanços no planejamento e controle da produção (PCP), em empresas de construção, têm sido apresentados pela bibliografia da área, principalmente através da aplicação do método Last Planner de controle de produção.

Conforme Ballard (2000), através deste método consegue-se criar uma janela de confiabilidade para o sistema de produção, que facilita a aprendizagem e contribui para estabilizar o sistema de produção.

Este método foi proposto inicialmente por Ballard e Howell (1996) nos EUA, tendo sido ampliado e refinado em inúmeros estudos de caso. Apesar do seu sucesso, existe a necessidade de mais estudos, que permitam o seu desenvolvimento de forma integrada a outros sistemas de controle da empresa.

Assim, pode-se melhorar a compreensão dos requisitos necessários para a sua implementação bem-sucedida e, conseqüentemente, para o aperfeiçoamento do método (BULHÕES et al., 2003).

Neste sentido, o NORIE/UFRGS propôs um modelo para o planejamento e controle da produção, em empresas de pequeno porte, que contém os principais elementos do método Last Planner (FORMOSO et al., 1999).

Os elementos principais do Last Planner são o plano operacional, elaborado de acordo com a sistemática da Shielding Production (produção protegida) (BALLARD e HOWELL, 1997) e o Lookahead Planning (olhar a produção à frente) (BALLARD, 1997).

Bernardes (2001) apresenta uma proposta de planejamento e controle da produção, também baseado no método Last Planner. Esse é dividido em três níveis de planejamento, com diferentes horizontes de tempo: o planejamento de curto prazo, tratado como operacional; o planejamento de médio prazo, tratado como tático e o planejamento de longo prazo, tratado como estratégico.

Bertelsen e Koskela (2004) afirmam que em um tipo único de produção se torna necessário integrar os processos de concepção e produção. O produto único torna, nas fases posteriores do processo, o fluxo de informação tão importante quanto o fluxo de materiais e equipamentos, o que aumenta consideravelmente a complexidade do projeto.

A indústria da construção depende, em grande parte, da aplicação de um sistema informal de comportamentos e gestão para funcionar adequadamente. Como causa raiz dos problemas está a disparidade das características dos sistemas formais e informais em



relação às necessidades reais. O sistema formal (contratos, planos etc.) não reconhece a incerteza da interdependência das operações dos processos de construção. O sistema informal de gestão está orientado a manejar a incerteza e a interdependência, mas produz um clima de crise endêmica, que se torna perpetuante (KOSKELA, 2000).

A *Lean Construction* é a abordagem *Lean* no setor da construção e tem evoluído com identidade própria, seguindo um caminho particular e de entendimento diferenciado, mas com o sentido de tal como se verificou em outras indústrias com as ideias *Lean*, de obter melhoria da produtividade e bons resultados, isto é, valor para o cliente e, ao mesmo tempo, lucro para a empresa (PENEIROL, 2007). Traduzido para a construção civil, o modelo gerencial utilizado na manufatura traz agora respostas para um mercado diferenciado. E, apesar das diferenças, a conversão da *Lean Production* ou Produção Enxuta em *Lean Construction* ou Construção Enxuta gera enormes ganhos a esse setor (SOUZA; BRANDSTETTER; AMARAL, 2010). Para Isatto et al. (2000), a diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Production* é essencialmente conceitual. A mudança mais importante é a introdução de uma nova forma de entender os processos.

#### 4 | A APLICAÇÃO DOS 11 (ONZES) PRINCÍPIOS DA “LEAN CONSTRUCTION”

Quando se refere a “*Lean Construction*”, nota-se que a proposta de valor é a mudança conceitual do paradigma do processo de produção tradicional (já evidenciado como ineficiente) com a aplicação de onze princípios interativos entre si apresentados por Lauri Koskela (1992):

1. Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor- (por exemplo, excesso de funcionários apenas em um setor ao invés de priorizar uma divisão eficaz que englobe todas as áreas de uma construção);
- Projeto – em organizações hierárquicas, quando uma tarefa é dividida em duas e executadas por diferentes especialistas. Atividades que não adicionam valor aumentam: inspeção, movimento e espera.
  - Desconhecimento – ocorre principalmente na esfera administrativa de produção, quando muitos processos não são desenvolvidos de maneira organizada e de acordo com as necessidades do canteiro.
  - Natureza da produção – é natural que, quando o trabalho em processo tem de ser movido de uma conversão para a próxima, ocorram atividades que não agregam valor, como defeitos e acidentes.

Isatto et al. (2000) salientam que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Existem atividades que não agregam valor ao cliente final, mas são essenciais à eficiência global dos processos, por exemplo, controle dimensional, treinamento de mão-de-obra e instalação de dispositivos de segurança.

2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente

(Entendendo que o cliente paga um valor “x” de acordo com as suas necessidades e sua satisfação);

- De acordo com Koskela (1992), o valor é gerado por meio do cumprimento dos requisitos do cliente, não como um mérito inerente de conversão. Para cada atividade existem dois tipos de clientes, o cliente interno, que será o responsável pela próxima atividade, e o cliente final.
- O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Devem ser identificados claramente os requisitos dos clientes internos e externos e essa informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção (FORMOSO, 2002).
- Para Bernardes (2001), a busca desses requisitos, em um momento que possibilite a sua consideração no planejamento da produção, evita o retrabalho e pode dar a noção para o cliente de que a empresa é organizada e que se preocupa com o prazo de entrega da obra.

### 3. Reduzir a variabilidade (variações e/ou mudanças);

- Existem duas razões para reduzir a variabilidade: inicialmente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito; em segundo lugar, variabilidade, especialmente de duração de atividade, aumenta o volume de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).
- Esse Autor também considera que a padronização de atividades e a implementação de procedimentos-padrão são, muitas vezes, o meio para reduzir a variabilidade nos processos de conversão e processos de fluxo.
- Bernardes (2001) observa que o processo de planejamento e controle da produção facilita a implantação deste princípio, quando se busca a proteção da produção mediante a consideração de tarefas passíveis de serem executadas.

### 4. Reduzir o tempo de ciclos;

- Para Koskela (1992), um fluxo de produção pode ser caracterizado pelo tempo de ciclo, que se refere ao tempo requerido para um material atravessar o fluxo. O tempo de ciclo pode ser definido como a somatória dos tempos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação.
- Conforme esse Autor, a melhoria básica racional na nova filosofia de produção é comprimir o tempo de ciclo, que força a redução de inspeção, de movimento e de tempo de espera. Segundo Isatto et al. (2000), a redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia just-in-time e envolve a eliminação de atividades de fluxo que fazem parte do ciclo de produção, além de mudanças nas relações de precedência entre atividades, eliminando interdependências das mesmas, de forma que possam ser executadas em paralelo.

### 5. Simplificar os processos através da redução do número de passos ou partes;

- Segundo Koskela (1992), a simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes do produto ou do número de passos no fluxo de material ou informação. A simplificação pode ser realizada, eliminando atividades que não agregam valor ao processo de produção, pela reconfiguração de partes ou passos que adicionam valor, ou por mudanças organizacionais.
- Isatto et al. (2000) identificam algumas formas para atingir a simplificação, como a utilização de elementos pré-fabricados, uso de equipes polivalentes e o planejamento eficaz do processo de produção, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores.
- Bernardes (2001) aponta que outra forma de se garantir a implementação deste princípio é por meio do planejamento e controle da produção, na medida em que se consegue estabelecer, durante a etapa de preparação do processo de planejamento, o desenvolvimento da produção em zonas de trabalho similares.

#### 6. Aumentar a flexibilidade de saída;

- De acordo com Koskela (1992), uma das maneiras para se atingir este princípio são projetos de produtos ou componentes modulares combinados com outros princípios, especialmente redução do tempo de ciclo e transparência.
- Para Isatto et al. (2000), a aplicação deste princípio pode ser por meio da redução do tamanho dos lotes, do uso da mão-de-obra polivalente, da customização do produto o mais tarde possível, e dos processos produtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grandes ônus para a produção.
- Romanel (2009) considera que este princípio pode parecer contraditório ao da simplificação. Contudo, a flexibilidade deve ocorrer simultaneamente à simplificação, bem como com os demais princípios, especialmente a redução do tempo de ciclo e a transparência.

#### 7. Aumentar a transparência do processo;

- A falha de transparência no processo aumenta a possibilidade e reduz a visibilidade de erros, e diminui a motivação por melhorias. O processo diretamente visível pode ser atingido mediante os meios organizacionais ou físicos e exposição pública de informações (KOSKELA, 1992).
- Da mesma forma, Isatto et al. (2000) observam que o aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta o acesso às informações necessárias à execução dos serviços.

#### 8. Focar o controle no processo global (utilizando o método “partes” somadas para um “todo” produtivo);

- Há pelo menos dois pré-requisitos para focar controle no processo global. Primeiro, o processo completo tem de ser mensurado e, em segundo lugar, é preciso um responsável pelo controle de todo o processo (KOSKELA, 1992).

- Para esse Autor, o controle de fluxo segmentado ocorre por duas causas: o fluxo atravessa diferentes unidades em uma hierarquia ou cruza a organização. Para fluxos Inter organizacionais, a cooperação de longo prazo com fornecedores e a construção de equipes tem de ser introduzidas com a meta de obter benefícios mútuos de um fluxo total otimizado.

#### 9. Estabelecer melhorias contínuas no processo;

- Para Koskela (1992), o esforço para redução do desperdício e aumento de valor do produto é uma atividade interativa, que deve ocorrer continuamente. Esse Autor sugere alguns métodos para institucionalização da melhoria contínua: medir e monitorar melhorias, definir metas de superação, atribuir responsabilidade da melhoria a todos os trabalhadores, usar procedimentos padrões e conectar melhoria ao controle. A meta é eliminar a raiz dos problemas em vez de enfrentar seus efeitos.
- Bernardes (2001) afirma que a melhoria contínua pode ser implementada no planejamento e controle da produção à medida que são analisadas as decisões tomadas para correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo.

#### 10. Introduzir melhoria dos fluxos com a melhoria de conversões;

- De acordo com Koskela (1992), para qualquer processo produtivo, os aspectos de fluxo e de conversão têm um potencial diferente para melhoria: quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto da melhoria de fluxo, também para os maiores desperdícios inerentes ao processo produtivo, maiores são os benefícios na melhoria de fluxo em comparação à melhoria na conversão.
- A melhoria de fluxo pode ser iniciada com menores investimentos, mas usualmente requer um tempo maior que uma melhoria na conversão. A questão é que a melhoria de fluxo e a melhoria de conversão estão intimamente ligadas (KOSKELA, 1992).
- Por outro lado, Isatto et al. (2000) observam que as melhorias no processamento são mais vantajosas quando existem perdas inerentes à tecnologia que está sendo utilizada, assim seus efeitos serão mais imediatos.
- Bernardes (2001) recomenda que este princípio deve ser observado durante a etapa de projeto, bem como ao longo da formulação da estratégia de ataque à obra.

#### 11. Fazer “benchmarking” (processo utilizado no EUA que utiliza a comparação de produtos, serviços, práticas empresariais e é um importante instrumento de gestão de pessoas)

- Segundo Isatto et al. (2000), consiste em um processo de aprendizado a partir de práticas adotadas em empresas líderes num determinado segmento ou

aspecto específico da produção. Koskela (1992) acredita que com frequência benchmarking é um estímulo importante para atingir avanços em melhoria mediante a reconfiguração de processos.

- Carvalho (2008) esclarece que esse não é um método aleatório de cópia de informação, mas sim um processo estruturado etapa a etapa, com o objetivo de avaliar os métodos de trabalho no mercado. Ainda segundo esse Autor, os resultados desse processo permitem às empresas comparar seus produtos, serviços e métodos de trabalho aos de organizações representantes das melhores práticas.
- Para Guillou, Santos e Serra (2010), esses princípios são o fundamento teórico da filosofia e devem transformar-se em diretrizes práticas que serão utilizadas pela empresa no canteiro de obras.
- Lorenzon (2008) considera que vários desses princípios são muito próximos e se interdependem como explicados a seguir:

Os princípios “reduzir as atividades que não agregam valor”, “reduzir o tempo de ciclo” e “simplificar pela minimização do número de passos e partes” buscam identificar, reduzir ou eliminar as atividades denominadas de desperdícios. Aspectos de qualidade podem ser contemplados no princípio “reduzir a variabilidade”. O gerenciamento de prazo pode ser considerado no princípio “reduzir o tempo de ciclo”. As necessidades do cliente encontram-se atendidas em “melhorar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente” e “melhorar a flexibilidade do produto”.

## 5 | APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Um dos maiores problemas encontrados atualmente de gestão e planejamento da construção civil em centros urbanos no Brasil é um relativo atraso tecnológico, quando comparado a outros países, o desperdício, de materiais, mão-de-obra e a baixa produtividade, são fatores que ocorrem devido às dificuldades de contratação de mão-de-obra qualificada, planejamentos inadequados, inspeção e controle das atividades desenvolvidas dentro do canteiro, ou até mesmo a soma de mais de um desses problemas.

Como possível solução do problema de baixa produtividade, estaria ligada ao gerenciamento da obra, essa atividade pretende igualar a produção em cada fase do processo, como ocorria nas indústrias.

Porém devido à falta de conhecimentos bibliográficos sobre o assunto e as dificuldades de implantação devido ao tempo de adaptação, realizações de treinamentos e altos investimentos iniciais, são fatores que acabam desestimulando a sua implantação.

No Brasil, diversos núcleos, institutos e universidades vêm se destacando no estudo e desenvolvimento de métodos de aplicação da *Lean Construction* como uma forma de consolidação do novo paradigma.

Com a mudança de conceitos a produção na construção civil, mudou a velha forma

de ver a produção e passou a visualizar sob o prisma de novo modelo da construção enxuta. Isatto (2000) justifica que o modelo de conversão não é errado, mas apresenta-se ineficiente frente a gama de complexidade dos sistemas produtivos e dos novos conceitos de eficiência e eficácia atualmente considerados.

Conceitos apenas não promovem mudanças se não tiverem métodos e técnicas para que seja possível operacional, transformar em ações aquilo que é pretendido pelas definições teóricas. Sendo assim a fixação das bases teóricas que deve orientar a produção deve acontecer e estar muito bem definida e organizada. Recursos práticos em uma obra viabilizam alinhar o sistema produtivo com o modelo desejado.

A estratégia da organização lida com as definições conceituais e define o modelo bem como, as diretrizes a serem seguidas. O nível tático deve assimilar esses conceitos trabalhando entre o campo teórico e o operacional, possibilitando condições para que a produção aconteça de acordo com o sistema proposto.

Devem-se operacional os conceitos de forma a torná-los aplicáveis. Isto é, as mudanças são necessárias operar a produção sob a ótica da construção enxuta. Essas devem ser relativas ao assunto no processo de solução de problemas e tomada de decisões abrangendo assim atitudes gerenciais.

Na construção enxuta um processo é constituído de sub processos que consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final de acordo com a filosofia gerencial proposta por Koskela.

Estes processos são constituídos por atividades de transporte, espera, processamento ou conversão e inspeção. Dessas atividades, somente o processamento agrega valor ao produto final, por esta razão, as outras atividades são denominadas atividades de fluxo.

Algumas dessas atividades como, controle dimensional, treinamento da mão-de-obra e instalação de dispositivos de segurança não agregam valor ao cliente, mas são essenciais a eficiência global dos processos.

Segundo FORMOSO [2000], estima-se que dois terços (67%) do tempo gasto por trabalhadores em um canteiro de obras são em atividades que não agregam valor.

Segundo SHINGO [1996], produção é um fluxo de material e/ou de informação desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo o material é processado (conversão), é inspecionado, está parado ou está em movimento.

Estas atividades são diferentes. O processamento representa a conversão da produção, a inspeção, o movimento e o armazenamento representando aspecto de fluxo de produção.

Uma característica importante da *Lean Construction* é a geração de valor que estar diretamente vinculada à satisfação do cliente, tanto internos como externos.

## 6 | CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas criaram, um conjunto de ações explanados de maneira simples e objetiva, que visam auxiliar profissionais ligados à construção civil pensar e agir sob a ótica desse novo paradigma de gerenciamento, bem como desenvolver um planejamento orientado.

A Construção Enxuta não implanta novas tecnologias no canteiro de obras, ao invés disso, ela sugere ideias e soluções alternativas para a melhoria dos processos construtivos através da racionalização dos processos e otimização dos fluxos existentes entre diversas atividades necessárias à execução da obra.

O ramo da construção civil está ficando mais competitivo com o passar dos anos, e incumbe a cada empresa a utilização de estratégias para ter sucesso nesta disputa pelo mercado. As ferramentas da construção enxuta auxiliam as construtoras para que tenham um maior controle na produção e na gestão de suprimentos, procurando evitar retrabalhos e desperdícios que são comuns nesse importante seguimento.

A complexidade de aplicação de ferramentas e técnicas *Lean* em um setor pouco qualificado como a construção civil só obterá êxito se for feito de maneira gradual e simplificada. Isto porque, em uma vertente temos a comunidade científica à frente do pensamento. Em outra, no entanto, temos um agrupamento de trabalhadores formado por: diretores engenheiros projetistas, gerentes de obras, técnicos de planejamento, mestre de obras, encarregados, pedreiros, carpinteiros, serventes, inseridos na rotina das obras, em sua grande parte governados por antigos conceitos. Em ambas vertentes, ainda existem extremos, ou seja, pessoas ligadas a conceitos ainda em formação, muitas vezes ainda tratados com ensaios teóricos, e outros operando através de técnicas ultrapassadas, executadas por conceitos obsoletos, mas que funcionam. Precisamos estabelecer um elo de troca entre essas pessoas para que se possa, dessa maneira, levar a mudança de paradigma de gestão do setor da construção civil.

A aplicação dos princípios da construção enxuta propostos por Lauri Koskela proporcionou melhorias perceptíveis no sistema de produção da obra em estudo. A introdução das ferramentas através das metodologias adotadas neste estudo e das boas práticas dos mesmos é uma maneira de introduzir os elementos fundamentais dessa nova filosofia de produção.

Assim sendo, essa filosofia pode ser destacada como uma das melhores soluções para o sistema de gerenciamento da construção. As práticas de gestão fundamentadas nos princípios e métodos da construção enxuta são totalmente viáveis a qualquer tipo de empreendimento na Construção Civil, que busca aperfeiçoar todo o processo de produção, desde a concepção do projeto até a conclusão da obra.

Como a Construção Enxuta não se baseia em implantação de novas tecnologias, ela indica ideias e soluções alternativas para a melhoria dos processos construtivos através da

racionalização das atividades e otimização dos fluxos existentes, necessárias à execução da obra. Embora pareça ser um processo de fácil implementação, na aplicação dessa metodologia precisa-se de muita dedicação, empenho e organização, para que seus resultados sejam alcançados com sucesso, pois se trata de uma mudança não somente administrativa, mas cultural.

Pouco adianta investir apenas nos processos de produção na Construção Civil, deve-se investir também no sistema de gestão, através da utilização de um novo modelo de gestão baseado em aspectos organizacionais modernos e numa logística eficiente onde se procure aperfeiçoar os fluxos físicos e das informações, levando em consideração as atividades essenciais para o seu desenvolvimento. As evidências coletadas de melhorias no processo de produção são analisadas abrangendo cada um dos onze princípios da *Lean Construction*.

Conclui-se, ainda, que é um grande desafio a utilização da nova filosofia de produção. Nesse sentido, é preciso fazer uma mudança de paradigma atual da construção, baseado nos princípios da produção no antigo modelo de conversões, que quando comparados as novas filosofias de produção emergentes, como a Construção Enxuta, apresentam-se ineficientes e incapazes de gerar melhorias nos fluxos. Um fator relevante, para a implantação das diretrizes propostas, depende tanto de características comportamentais e organizacionais das empresas, quanto de características conjuntas da obra. Aspectos como o comprometimento da alta gerência, a priorização das necessidades da obra e o treinamento dos funcionários, revelam-se essenciais ao sucesso na implantação dos princípios da Construção Enxuta.

## REFERÊNCIAS

ALARCÓN, L. (Ed.). **Herramientas para identificar a reduzir perdas em projetos de construcción.** *Revista de Ingeniería de Construcción*, n. 15, p. 37-45, enero/julio. 1997

BALLARD, G. **The last planner system of productions control.** 2000. (Thesis) - Dpt. Of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham, U.K., June, 2000.

BALLARD, G; HOWELL, G. **Shielding Production: Na essential step in production control.** **Technical Report No. 97-1**, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1996.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BERTELSEN, Sven; KOSKELA, Lauri. **Construction beyond lean: a new understanding of construction management.** In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Dinamarca. Proceedings. Dinamarca, 2004.



BERTELSEN, Sven; KOSKELA, Lauri. **Managing the three aspects of production in construction**. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, 2002, Brasil. Proceedings. Brasil, 2002.

BULHÕES, I.R.; AKKARI A.; SOUSA, M. G. L. de, FORMOSO, C. T. **Informatização do planejamento e controle de produção**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-SIBRAGEC, 2003, 3, São Carlos . Anais..., São Carlos –SP, 2003.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da Construção Enxuta**. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FORMOSO, C. T. et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2000.

GHINATO, P. (2000) - **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. In: **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUILLOU, Felipe A.; SANTOS, Adriana O.; SERRA, Sheila M. B. **Avaliação da Utilização dos princípios da Construção Enxuta: caso de duas construtoras de médio porte**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, Canela – RS. Anais... Canela, 2010.

HOWELL, G.; KOSKELA, L. **Reforming project management: the rule of lean construction**. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, O., 2000, Brighton, UK. Brighton, 2000.

HEINECK, L.F.M., MACHADO R. L. **A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo e obra**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2001.

ISATTO, E. L. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. SEBRAE. Porto Alegre. 2000.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da lean construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. Universidade de São Paulo. 2006.

LORENZON, Itamar Aparecido. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso**. 2008. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report, Filand, CIFE, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Espoo: VTT. Building Technology, 2000.

KUREK, J. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo-RS.** Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. 2005.

KOSKELA, L. (1999) - **We need a theory of construction.** Berkeley-Stanford CE&M Workshop. Defining a Research Agenda for AEC.

PENEIROL, Nelson Luís Sampaio. **Lean Construction em Portugal: caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner.** 2007. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

ROMANEL, Fabiano Barreto. **Jogo “Desafiando a Produção”: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da Construção Enxuta entre operários da construção civil.** 2009. 154f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SOUZA, Leiliane Santana; BRANDSTETTER, Maria Carolina Gomes de Oliveira, AMARAL, Tatiana Gondim. **A Lean Construction no cenário da construção civil da cidade de Goiânia.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, Canela, Anais... Canela, 2010.

SHINGO, S. (1996) - **O Sistema Toyota de Produção doponto de vista da engenharia de produção;** 2ª edição - Porto Alegre: Bookman.

TAKAMATSU, Renata Toyoda. **Gerenciamento de projeto, materiais e mão-de-obra na construção civil.** Barretos: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2007.

WOMACK, J.P.; JONES, D.R. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie riquezas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, K. P.; JONES, D.T; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**ARMANDO DIAS DUARTE** - Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2016), com um período de três meses, através de um intercâmbio realizado na cidade de Hof – Alemanha, desenvolvendo trabalhos de gestão de resíduos sólidos, em conjunto com a Educação Ambiental. Em 2018 concluiu o mestrado acadêmico em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco com ênfase em tecnologia ambiental. Atualmente (2019) realiza o doutorado na área de otimização em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência nas áreas da Educação Ambiental, Análise de Ciclo de Vida, Gestão Ambiental, Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Atua com consultorias empresariais e acadêmicas.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidez 1, 2, 5, 6, 7, 8, 33

Agregado miúdo 36, 45, 46, 47, 97, 105, 107, 112

Álcali-ativado 103, 109, 110, 111

Análise por elementos finitos 165, 186

ANSYS 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184, 185, 186

Argamassa 65, 88, 94, 97, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Asphalt mastic 49, 50, 51, 55, 61, 62

Asphalt mixture 49, 50, 51, 52, 53, 60

### B

Benefícios 10, 11, 37, 93, 94, 163, 248

Binder 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 76, 103, 104, 112

### C

Cerâmica vermelha 65, 75, 103, 104, 105, 111, 112

Characterization 53, 54, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 89

Civil construction 2, 77, 79, 80, 86, 87, 103, 104, 155, 156, 241

Coco 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Concreto 28, 36, 38, 39, 45, 46, 47, 65, 76, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 113, 121, 126, 131, 137, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 195, 207, 208, 210, 211, 213, 216, 218, 220, 221, 223, 225, 232, 233, 234, 239, 240

Construção civil 1, 7, 8, 37, 47, 63, 65, 75, 89, 103, 104, 105, 111, 137, 155, 163, 165, 241, 242, 243, 245, 249, 251, 252, 253, 254

Contaminação 2, 6, 10, 24, 25, 26, 32, 34, 152

### D

Danos 10, 13, 15, 18, 24, 125, 130, 134, 136, 137

Densidade 17, 115, 117, 121, 128, 138, 139, 140, 152

### E

Enchente 125, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135

Estrada 10, 21, 135

## **F**

Filler 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 84, 93, 95

## **G**

Gerenciamento de riscos 125

## **H**

Hidráulica 113, 124

Hidrologia 23, 113

## **I**

Impactos 1, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 104, 125, 127, 130, 135, 138, 140

Impressão 3D 63, 65, 66, 68, 74

Inundação 113, 130, 135

## **J**

Jazigos 25, 27, 28, 29

## **L**

Litoral 6, 138, 153

## **M**

Manufatura aditiva 63

Massa cerâmica 63, 73

Matriz 10, 11, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 65, 97, 159

Meio ambiente 2, 11, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 103, 137, 139, 152, 153, 163

## **N**

New materials 77

## **P**

Patologia da construção 125

Pavimento intertravado 90, 91, 92, 96, 102

Piscinão 113

Poluição 2, 6, 14, 22, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 37, 145

População 10, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 33, 35, 118, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 152, 153

Precipitação 1, 2, 3, 4, 116, 129

Pressão 24, 27, 32, 68, 138, 152, 234

Processing 77, 78, 79, 80, 88, 89

## **R**

RCC 63, 65

Resíduo de construção civil 63

Resistência à compressão 36, 39, 46, 47, 63, 65, 69, 70, 71, 90, 92, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 161

Riscos 15, 17, 24, 25, 30, 32, 33, 125, 127, 128, 136

## **S**

Saúde 5, 8, 17, 24, 25, 26, 29, 30, 34

Sílica ativa 90, 93, 95, 96, 97, 99, 101

Slate waste 77, 80, 82, 83, 84, 87, 89

Soluções construtivas 63, 155

Sustentabilidade 102, 103, 137, 152, 163, 255

## **T**

Taipa de pilão 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

## **V**

Variáveis 10, 12, 48, 165, 166, 169, 172, 174


Vigas em concreto armado 165, 168, 174


# ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e  
tecnológicas e aspectos ambientais 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



  
Atena  
Editora


Ano 2022


# ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e  
tecnológicas e aspectos ambientais 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 



  
Atena  
Editora

Ano 2022