

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RENATA SERIGHELLI**

**FERRAMENTAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE UM  
CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO  
2020**

**RENATA SERIGHELLI**

**FERRAMENTAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE UM  
CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Normélio Vitor Fracaro

PATO BRANCO  
2020

## TERMO DE APROVAÇÃO

### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC FERRAMENTAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE UM CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL

Por  
RENATA SERIGHELLI

Monografia apresentada às 16 horas. do dia 23 de NOVEMBRO de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA CIVIL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Profª Msc CAROLINE MOMOLI DE CARLI ROSENBAACH	Membro
Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA	Membro
Prof. Msc. NORMELIO VITOR FRACARO	Orientador
Profª. Drª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **ELIZANGELA MARCELO SILIPRANDI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 23/11/2020, às 17:23, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **NORMELIO VITOR FRACARO, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 23/11/2020, às 17:25, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **JAIRO TROMBETTA, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 24/11/2020, às 10:02, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **CAROLINE MOMOLI DE CARLI ROSENBAACH, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em (at) 25/11/2020, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) [https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador (informing the verification code) **1752539** e o código CRC (and the CRC code) **1A95005E**.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais e Fernanda,  
por todo apoio e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, pela oportunidade oferecida, por sempre estarem presentes, pela confiança e incentivo.

Agradeço a Fernanda, por sempre acreditar em mim e ser minha melhor amiga.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Msc. Normélio Vitor Fracaro, e a Prof<sup>a</sup>. Dra. Elizangela Marcelo Siliprandi, pelo auxílio ao longo deste ano, e por me ajudarem com seus ensinamentos e sugestões.

Agradeço aos professores membros da banca, Prof<sup>a</sup>. Msc. Caroline Momoli De Carli Rosenbach e Prof. Msc. Jairo Trombetta, pelas observações e contribuições ao trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colegas de graduação, pelo companheirismo e por serem minha família durante os anos de universidade.

Agradeço, também, a todos aqueles que auxiliaram de alguma maneira para realização deste trabalho.

*O sucesso nasce do querer, da  
determinação e persistência em se chegar  
a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,  
quem busca e vence obstáculos, no mínimo  
fará coisas admiráveis.  
(José de Alencar)*

## RESUMO

SERIGHELLI, Renata. **Ferramentas aplicáveis à gestão de um canteiro de obras sustentável**. 2020. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

A construção civil é um importante setor da economia brasileira, geradora de emprego e renda. Porém, caracterizada como uma indústria conservadora, é constantemente criticada pela grande quantidade de recursos naturais utilizada e volume considerável de resíduos, também sendo usuária de uma mão de obra pouco qualificada em um ambiente com condições precárias de trabalho. Devido a sua representatividade em diversos setores, afirma-se que, para a obtenção de um desenvolvimento sustentável, é essencial a busca por uma construção mais sustentável, com base em três dimensões: ambiental, social e econômica. Por ser o ambiente que fornece a infraestrutura e concentra os recursos necessários para execução de um empreendimento, o canteiro de obras se torna o objetivo de estudo. Por meio de pesquisas, manuais e normas, foram identificadas algumas ferramentas e metodologias utilizadas para mitigar os impactos negativos gerados dentro do ambiente estudado. Posteriormente, foram detalhados modos de implementação e vantagens destas ferramentas, e a forma que auxiliam para efetividade na busca por um canteiro de obras mais sustentável. Ao fim da pesquisa, reconheceu-se que as ferramentas citadas são vantajosas, inclusive as utilizadas nas etapas iniciais do empreendimento, em relação à redução de desperdícios de variadas origens, aumento da produtividade e motivação dos funcionários, sendo então, um investimento na melhoria do processo produtivo como um todo.

**Palavras-chave:** Canteiro de obras, construções sustentáveis, planejamento de obras.

## ABSTRACT

SERIGHELLI, Renata. **Applicable tools to the management of a sustainable construction site**. 92 f. Monograph (Bachelor of Civil Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

Civil construction is an important sector of the Brazilian economy, generating employment and income. However, characterized as a conservative industry, it is constantly criticized for the large amount of natural resources used and the considerable volume of waste, also being a user of a low qualified labor in an environment with precarious working conditions. Because of its representativeness in several sectors, it is stated that, in order to achieve sustainable development, the search for a more sustainable construction is essential, based on three dimensions: environmental, social and economic. For being the environment that provides the infrastructure and concentrates the necessary resources for the execution of a project, the construction site becomes the study objective. Using research, technical manuals and regulations, some tools and methodologies used to mitigate the impacts generated within the studied environment were identified. Posteriorly, ways of implementation and advantages of these tools were detailed, and the way they help to effectively search for a more sustainable construction site. At the end of the research, it was recognized that the tools mentioned are advantageous, including those used in the initial stages of the project, in relation to reducing waste from various sources, increasing productivity and motivating employees, being an investment in improving the production process as a whole.

**Keywords:** Construction site, sustainable buildings, construction planning.



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de Canteiro de Obra.....	20
Quadro 2 - Elementos do Canteiro de Obra .....	21
Quadro 3 - Impactos ambientais associados ao ciclo de vida das edificações .....	23
Quadro 4 - Classificação de Resíduos da Construção Civil .....	25
Quadro 5 - Responsabilidades na gestão de Resíduos Sólidos .....	45
Quadro 6 - Maneiras de reutilização dentro do canteiro de obras.....	47
Quadro 7 - Exemplos de acondicionamento intermediário .....	49
Quadro 8 - Exemplos de acondicionamento final .....	50
Quadro 9 - Soluções de descarte para cada classe de resíduo .....	52
Quadro 10 - Percepção de problemas relacionados ao fator humano .....	57
Quadro 11 - Questionário para análise de canteiro de obras para <i>Lean Construction</i> .....	63
Quadro 12 - Implementação da metodologia <i>Lean</i> em canteiro de obras .....	715
Quadro 13 - Resíduos gerados por etapa de uma obra .....	723

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Exemplo de cronograma de layout.....	38
Figura 2 - Curva de Macleamy .....	40
Figura 3 - Passos para gestão do RCD.....	46
Figura 4 - Cores para correta separação dos resíduos .....	51
Figura 5 - Exemplo de checklist de limpeza do canteiro .....	71
Figura 6 - Exemplo de quadro de apresentação de resultados .....	72
Figura 7 - Exemplo de quadro de resultados .....	72

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS .....	14
1.1.1	Objetivo Geral .....	14
1.1.2	Objetivos Específicos .....	15
1.2	JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1	SUSTENTABILIDADE .....	17
2.1.1	Sustentabilidade na Construção Civil.....	18
2.2	CANTEIRO DE OBRA.....	19
2.2.1	Tipos de canteiro de obra.....	20
2.2.2	Elementos do canteiro.....	20
2.3	IMPACTOS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	22
2.3.1	Impactos Ambientais .....	22
2.3.1.1	Consumo e poluição de recursos naturais .....	23
2.3.1.2	Geração de resíduos .....	24
2.3.2	Impactos Sociais .....	26
2.3.3	Impactos Econômicos .....	28
2.4	TÉCNICAS PARA MITIGAR OS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS NO CANTEIRO DE OBRA.....	29
2.4.1	Adoção de projetos sustentáveis .....	29
2.4.2	Uso da <i>Lean Construction</i> .....	31
2.4.3	Definição de <i>layout</i> do canteiro de obras .....	33
2.4.3.1	Diagnóstico de canteiro de obra .....	34
2.4.3.2	Padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento.....	36
2.4.3.3	Planejamento do canteiro de obras propriamente dito.....	37
2.4.3.4	Manutenção da organização dos canteiros.....	39
2.4.4	Uso de sistema BIM .....	39
2.4.5	Uso de modelos digitais em obra .....	42
2.4.6	Gestão de resíduos.....	44
2.4.7	Gestão de pessoas .....	53
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>

4.1	DECISÕES PRÉ CANTEIRO DE OBRA .....	59
4.1.1	Uso de projetos sustentáveis .....	60
4.1.2	Uso de metodologia BIM .....	60
4.1.3	<i>Lean Construction</i> .....	62
4.2	ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO .....	67
4.2.1	Diagnóstico dos canteiros de obra existentes .....	67
4.2.2	Padronização .....	69
4.2.3	Planejamento .....	70
4.2.4	Manutenção .....	70
4.3	GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS.....	72
4.3.1	Elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	73
4.3.2	Valorização da mão de obra .....	75
4.3.3	Treinamentos .....	77
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um importante setor da economia brasileira, sendo geradora de emprego e renda, e responsável por fornecer infraestrutura necessária ao desenvolvimento do país (FONSECA, 2011). Porém, apesar de sua relevância econômica, este ramo é considerado bastante conservador (RIBEIRO, 2014).

Lourencini (2016) afirma que os processos de construção comumente utilizados no Brasil são resquícios de métodos utilizados desde as décadas de 60 e 70. Estes modelos, por diversos fatores, demandam um maior tempo de execução, tornando a construção civil um setor que não possui ganhos significativos de produtividade.

Segundo Fazinga (2012), em razão das características do processo produtivo, a indústria da construção é constantemente criticada, sendo considerada ineficiente e geradora de resíduos, afetando de maneira negativa o desempenho e competitividade de empresas de tal ramo.

Este setor, de maneira geral, é responsável pela produção de 40% dos resíduos produzidos pelo ser humano, e cerca de 40% do consumo de energia e recursos não renováveis (SJOSTROM, 2000, apud JOHN et. al. 2001). Assim, pode-se concluir que a construção civil é responsável por grande impacto nos recursos naturais e energia, e grande geradora de resíduos (MOTTA, 2009).

Em meio à esse cenário, Araújo (2009) afirma que a adoção de uma construção mais sustentável é essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável. O desafio de buscar novas práticas que visem esse fim, segundo Motta (2009), deve fazer parte do setor da construção civil, e estas devem ser adotadas em todos os níveis e abordar todo o ciclo de vida do edifício.

Almeida (2002) afirma que a sustentabilidade é composta por três dimensões relacionadas: econômica, ambiental e social. Sobre isso, Librelotto (2005) explica que é necessário buscar o lucro de maneira que os investidores obtenham o retorno financeiro, permitindo que a comunidade local usufrua dos benefícios da atividade empresarial, sem esquecer da equidade social e qualidade de vida dos funcionários, minimizando, ainda, os impactos ambientais gerados.

Atualmente, como descrito por Librelotto (2005), o uso de ISOs (*International Organization for Standardization*) e normas já é uma realidade em quase todos os setores industriais; na construção civil, esses visam a implementação de processos de gerenciamento, seja no ramo da qualidade, certificação ambiental ou responsabilidade social, fazendo o setor se movimentar rumo às certificações.

"Neste novo modelo de desenvolvimento, a busca pela manutenção e/ou melhoria da qualidade de vida, deve vir acompanhada de soluções de maior eficiência no uso dos recursos naturais, de menor impacto ambiental e de justiça social, pautadas em valores éticos" (TARDELLI, 1995, p. 19).

Assim, a busca por práticas sustentáveis dentro do setor "é uma forma de promover a busca pela igualdade social, valorização dos aspectos culturais, maior eficiência econômica e menor impacto ambiental nas soluções adotadas nas fases de projeto, construção, utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando à distribuição equitativa da matéria-prima e garantindo a competitividade do homem e das cidades" (MULFARTH, 1999).

O canteiro de obras é o ambiente que proporciona a infraestrutura necessária para a execução de uma edificação, influenciando diretamente na utilização de elementos e recursos (FERREIRA; FRANCO, 1998). Visto sua importância, e sabendo que grande parte das ações acontecem em tal ambiente, entende-se que o estudo deste local aparece como uma ferramenta valiosa na busca da produtividade e qualidade do processo produtivo (SOUZA, 2000).

Neste contexto, a proposta desta pesquisa é apresentar algumas soluções práticas e ferramentas para implantação de uma construção mais sustentável à nível de canteiro de obras, analisando de qual forma cada uma das propostas auxilia como fator mitigador de impactos negativos gerados na fase de construção de uma edificação, visando um ambiente sustentável nas dimensões econômica, ambiental e social.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

No contexto apresentado, este estudo tem como objetivo discutir a aplicabilidade de técnicas e ferramentas, com a finalidade de mitigar os impactos

negativos gerados pela construção civil dentro de um canteiro de obra, analisando sua estrutura e sua validade no contexto de edificações residenciais/comerciais de múltiplos pavimentos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar canteiro de obras e verificar seus elementos;
- Definir os principais impactos gerados em um canteiro de obras residencial;
- Citar técnicas e ferramentas utilizadas dentro de um canteiro de obras;
- Apresentar as vantagens de cada ferramenta e sua aplicação a fim de mitigar os impactos gerados dentro de canteiro de obra.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Por se tratar de um produto de caráter único, com uma grande variedade de insumos e fornecedores e uso intensivo de mão de obra, há uma dificuldade de obter-se um processo de produção estável, tornando a construção civil um ambiente de alta incerteza (FAZINGA; SAFFARO, 2012).

Proporcional à sua relevância, o setor deve lidar com seus impactos (JOHN, 2000). A construção civil é considerada uma das maiores consumidoras de recursos naturais (ARAUJO, 2009), e responsável pela produção de aproximadamente 520 kg de resíduos da construção civil (RCC) por habitante/ano, segundo o Ministério do Meio Ambiente (CREA, 2020).

Além disso, a indústria é considerada uma importante geradora de emprego e renda, sendo responsável pelo emprego de quase 155.000 pessoas no ano de 2011 no Paraná (Ministério do Trabalho, 2011), e pela contribuição de 9,65 bilhões de reais à economia do estado, representando 8,07% da totalidade (KURESKI, 2011).

Ainda, Mello (2007) destaca como características do subsetor de edificações:

- Baixa eficiência produtiva;
- Qualidade e produtividade insatisfatórias;
- Pouco afeito a modificações;
- Utilização de mão-de-obra de baixa qualificação;

- Alta rotatividade de pessoal.

Visto isso, a indústria da construção vem exigindo práticas e técnicas aprimoradas, que visam construções que causem o menor impacto possível. Assim, surgem as construções sustentáveis, concebidas através de responsabilidade social (MARTINS, 2010).

Durante a evolução das indústrias, é natural a inserção de novas tecnologias no processo produtivo. Na construção civil, porém, onde o trabalho é realizado de forma ainda mais tradicional, é fundamental a definição de conceitos que facilitem a adaptação do setor, tornando-o uma indústria mais competitiva (PINTO et al., 2012).

Visando um gerenciamento mais efetivo para produção do setor, Fazinga e Saffaro (2012) sugerem a implantação de ferramentas de gestão comumente utilizadas na indústria de manufatura como modo de redução de certa variabilidade da indústria da construção.

Assim, objetiva-se o estudo de novas práticas e ferramentas a serem implantadas durante a fase de execução da obra, a fim de obter-se um canteiro de obras que possa ser considerado sustentável, segundo a ótica de Almeida (2002). O trabalho se aplica, especialmente, à edificações residenciais de múltiplos pavimentos, localizadas em área urbana.

Tratando-se de um estudo de ordem bibliográfica, se torna viável a partir do uso de estudos, artigos e manuais já existentes sobre os temas, avaliando as principais características dos canteiros de obra, relacionando-as com ações para redução dos impactos inerentes.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SUSTENTABILIDADE

A ação predatória exorbitante do homem ao meio ambiente fez com que despertasse a atenção face às mudanças climáticas, fazendo com que o tema "sustentabilidade" esteja em ascensão em diversos meios (BACHA; SANTOS; SCHAUN, 2010).

Existem diversas definições de sustentabilidade. Para Claro, Claro e Amâncio (2008), a definição mais difundida é a da Organização das Nações Unidas (ONU), descrita no Relatório Brundtland (1987), que propõe que desenvolvimento sustentável é aquele que "procura atender às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro" (BRUNDTLAND, 1991, p. 44).

Boff (2012) comenta que esse conceito possui limitações, ao qual considera apenas o ser humano, não levando em consideração outros seres vivos que também necessitam da biosfera, e conseqüentemente da sustentabilidade, para sobreviver. O autor define:

Sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais e físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução (BOFF, 2012, p. 1)

A sustentabilidade pode ser alcançada através do equilíbrio entre três dimensões: ambiental, econômica e social (MOTTA, 2009), que constituem o *Triple Bottom Line*.

A dimensão ambiental visa proteger o bem natural, preservando a integridade ecológica e o uso responsável dos recursos naturais, fazendo com que os impactos das atividades sobre o meio ambiente sejam consideradas, a fim de contribuir para a redução de impactos (ALMEIDA, 2002; CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008; CONDEIXA, 2013).

A dimensão social refere-se ao capital humano, e engloba as suas qualidades, como experiências e habilidades, a fim de proporcionar um ambiente que gere bem estar

à quem o frequenta (ALMEIDA, 2002; CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008; CONDEIXA, 2013).

A dimensão econômica envolve não apenas a economia formal, mas também atividades informais de serviços, que geram renda monetária; é importante que se obtenha lucro. Por isso, essa dimensão pode ser afetada caso não atenda às responsabilidades ambiental e social (ALMEIDA, 2002; CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008; CONDEIXA, 2013).

A Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988, 1991) traz alguns objetivos para o conceito de desenvolvimento sustentável, como o crescimento renovável, conservação e proteção da base de recursos e garantia de um nível sustentável da população. É possível perceber que esses propósitos estão relacionados com o processo de desenvolvimento das cidades, e visa o uso racional dos recursos naturais envolvidos nas atividades produtivas (CMMAD, 1988, 1991; BARBOSA, 2008). Assim, é possível perceber a importância da sustentabilidade na construção civil.

### 2.1.1 Sustentabilidade na Construção Civil

Ainda que represente uma das mais antigas e importantes atividades ligadas ao desenvolvimento econômico e social de uma região, a indústria da construção civil comporta-se como uma grande geradora de problemas ambientais (OLIVEIRA, 2015). Devido à tamanha relevância de seus impactos, há um crescente interesse na solução de tais questões, fazendo com que a aderência a uma construção sustentável se torne indispensável nos dias de hoje (CHAVES, 2014). Entende-se, então, que a construção sustentável é inevitável para alcançar o desenvolvimento sustentável (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

A Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, foi um importante marco para a inclusão dos impactos da construção civil em discussões no mundo inteiro (OLIVEIRA, 2015). Através dela, importantes acordos ambientais globais foram assinados, como a Agenda 21 (CORDANI; MARCOVITCH; SALATI, 1997).

A Agenda 21 "detalha os conceitos, aspectos e desafios para a indústria da construção atingir um patamar mais sustentável" (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001, p. 1). O plano de ação traz pontos significativos no contexto da construção mais sustentável,

como o gerenciamento e organizações de processos, qualidade ambiental dos edifícios e a redução de consumo de recursos naturais (CONDEIXA, 2013).

Entende-se por construção sustentável:

Desenvolvimento de um modelo que permita à construção civil enfrentar e propor soluções aos principais problemas ambientais de nossa época, sem renunciar à moderna tecnologia e à criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários (CHAVES, 2004, p. 21)

Uma edificação sustentável depende diretamente da durabilidade das edificações, que está intimamente ligada à qualidade do processo construtivo e dos materiais utilizados. No Brasil, existe um certo paradigma sobre a qualidade de produtos sustentáveis, onde consumidores ligam o termo "sustentabilidade" à ideia de materiais ou técnicas de baixa qualidade (CHAVES, 2014).

Para que a construção se torne sustentável, é necessário que ela seja requerida em todas as etapas do ciclo de vida da construção, desde sua concepção, projeto, construção, manutenção, até a sua demolição (ARAUJO, 2009). Também, quanto maior o ciclo de vida de uma edificação, maior o tempo para os impactos ambientais produzidos em fases anteriores serem amortizados (FARIAS, 2010).

Uma das maneiras de incentivar o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil é utilizar sistemas de avaliação e classificação da sustentabilidade de edifícios e do desempenho ambiental (ARAUJO, 2009).

## 2.2 CANTEIRO DE OBRA

Entende-se por canteiro de obras, através da ABNT NBR 12284, as "áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência". Para Filho e Mendes (2017a), é o local onde são desenvolvidas atividades construtivas, aliadas à atividades auxiliares da construção e instalações provisórias inerentes ao processo construtivo.

Gehlen (2009) classifica como o ambiente onde pessoas e instalações, considerados recursos transformadores, modificam os recursos disponíveis (matéria-prima, energia, água, informações) e transformam-os em bens e serviços.

O canteiro de obra pode ser considerado uma porta de entrada para utilização de inovações tecnológicas, através da análise do processo global e dos sub-

processos, possibilitando a incorporação de ferramentas para melhoria da qualidade e produtividade (FERREIRA; FRANCO, 1998).

Esses processos gerenciais são de extrema importância, visando a organização e distribuição de materiais e utensílios da obra, principalmente em relação à bons resultados no campo organizacional e à segurança dentro do canteiro de obra (JÚNIOR, 2002).

### 2.2.1 Tipos de canteiro de obra

De acordo com Illingworth (1993 apud SAURIN, 1997), os canteiros de obra podem ser classificados em três tipos: restritos, amplos e longos e estreitos. Suas classificações podem ser detalhadas de acordo com o Quadro 1.

**Quadro 1** – Classificação de Canteiros de Obra

Nome	Classificação
Amplos	Não ocupa a maior parte do terreno, possibilitando a circulação
Restritos	Construção ocupa a maior parte do terreno; comum em construções em áreas urbanas
Longos e Estreitos	Possui uma das dimensões restrita

Fonte: Illingworth (1993) apud Saurin (1997).

Os canteiros restritos geralmente são encontrados em áreas centrais das cidades, reformas e ampliações; por possuírem pouco espaço disponível no entorno, e pelo custo elevado dos terrenos nessas áreas, é comum que a edificação e, conseqüentemente, o canteiro de obras utilizem grande porcentagem do terreno, em busca de uma melhor rentabilidade (SAURIN; FORMOSO, 2006).

### 2.2.2 Elementos do canteiro

O canteiro de obras possui três aspectos principais: sistema de movimentação e armazenamento de materiais, instalações provisórias e segurança no trabalho (FILHO; MENDES, 2017a). Para os autores, define-se como elemento do canteiro

qualquer seção da logística que envolva os três grupos, onde todos eles devem satisfazer padrões e requisitos de qualidade para um desempenho eficaz de suas funções.

Para Souza *et. al* (1997), define-se como elementos do canteiro cada parte que o compõe. Esses elementos podem ser divididos em diversas classes, como encontrados no Quadro 2.

Souza *et. al* (1997) comentam que não há obrigatoriedade de alocação de todos os elementos nas obras, e que sua inserção no canteiro depende de sua necessidade.

**Quadro 2** – Elementos do Canteiro de Obras

Classificação	Exemplos
Ligados à produção	Central de argamassa, pátio de armação, central de formas, central de pré-montagem de instalações, central de esquadrias, central de pré-moldados
De apoio à produção	Almoxarifado, estoques, silos de argamassa
Sistemas de transporte com decomposição de movimento	Horizontal (carrinho, jericá, "bob-cat") e vertical (talha, guincho de coluna, elevador de obras)
Sistemas de transporte sem decomposição de movimento	Gruas, guindastes, bombas
De apoio técnico/administrativo	Escritórios, sala de reuniões, guaritas, recepção
Áreas de vivência	Alojamento, cozinha, refeitório, ambulatório, área de lazer, vestiário
Outros elementos	Entrada de água e luz, coleta de esgotos, portão de materiais, "stand" de vendas
De complementação externa à obra	Residência alugada/comprada, terreno alugado/comprado, canteiro central

Fonte: Souza *et. al*, 1997.

## 2.3 IMPACTOS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

Em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação se relacionam, de alguma maneira, com o meio em que se está inserida (DEGANI; CARDOSO, 2002). Acredita-se que grande parte dos impactos gerados pela construção civil se dão na fase de concepção, no sentido que, se a edificação for planejada e projetada de maneira sustentável, a fase de construção se tornará sustentável também (MARTINS, 2010).

Porém, as interferências causadas pelo canteiro de obras também devem ser consideradas. Essas atingem a sociedade em escala local, como ecossistemas da região, vizinhanças e trabalhadores. Devido a isso, apesar do termo "sustentabilidade" remeter à dimensão ambiental, as vistas sociais e econômicas também devem ser consideradas (MARTINS, 2010).

### 2.3.1 Impactos Ambientais

Proporcional a sua responsabilidade social, a construção civil deve lidar com seus impactos ambientais (JOHN, 2000). As intervenções realizadas pelo homem podem causar impactos ao meio ambiente, com resultado influenciado pelo uso, porte e funcionalidade da obra em questão (BARBISAN et al., 2011). Diversos aspectos que atuam durante o ciclo de vida de uma edificação possuem como consequência ambiental a poluição (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Segundo a ABNT NBR ISO 14001 (2004, p. 3), considera-se impacto ambiental a "modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização". O exercício da construção civil gera aspectos que provocam impactos ambientais, que, ao atingirem meios físicos, bióticos e antrópico, alteram as propriedades naturais de tal (ARAÚJO, 2009).

De acordo com Degani e Cardoso (2002), os impactos ambientais gerados através de edificações podem ser divididos em três classes, representadas no Quadro 3.

**Quadro 3** – Impactos ambientais associados ao ciclo de vida de edificações

Impacto	Classificação
Meio Físico	Alteração da propriedades do solo; contaminação química; esgotamento de jazidas minerais; poluição de lençóis subterrâneos; escassez de energia elétrica e água
Meio Biótico	Interferência na fauna e flora; alteração na dinâmica de ecossistemas
Meio Socio-econômico	Alterações nas condições de saúde, segurança e tráfego; aumento de despesas do município; aumento do volume de aterros sanitários; obstrução de córregos e vias pluviais

Fonte: Degani; Cardoso, 2002.

### 2.3.1.1 Consumo e poluição de recursos naturais

"Uma edificação, independente de ser pequeno, médio ou grande porte, altera significativamente o meio ambiente, seja na etapa de produção, manutenção ou no uso, sempre irá causar impacto ao meio ambiente" (KARPINSK, 2009, p. 24).

Um impacto ambiental da construção civil é o consumo de recursos naturais, advindos do consumo excessivo da matéria-prima (DEGANI; CARDOSO, 2002). Muitos materiais utilizados na construção civil, como calcário, areia e brita, são frutos da exploração de reservas minerais. O consumo desses recursos, em um curto espaço de tempo e sem planejamento, não permite que a natureza se recomponha, podendo gerar o esgotamento do estoque (ARAUJO, 2009; CONDEIXA, 2013).

Segundo John (2000), o consumo dos recursos naturais neste macrossetor varia conforme a região, e depende de fatores como a taxa de resíduos gerados, a vida útil das estruturas construídas, necessidade de manutenção, perdas incorporadas e da tecnologia empregada. De modo geral, o autor estima que a indústria da construção consuma cerca de um terço dos recursos naturais consumidos anualmente pela sociedade; além disso, a produção de concretos e argamassas no

setor brasileiro consome em torno de 210 milhões de toneladas de agregados naturais anualmente.

É importante salientar que, além do esgotamento das jazidas, também existem os impactos gerados pela fabricação dos materiais a partir dos minérios, como consumo de energia, geração de resíduos, poluição do ar, água e do solo (VALENTE, 2009).

Um grande desafio para a indústria da construção civil é desenvolvimento e ampliação o ambiente construído, empregando um volume proporcionalmente inferior de recursos naturais (JOHN, 2000).

### 2.3.1.2 Geração de resíduos

Os resíduos da construção civil são um notável problema em muitas cidades brasileiras, que geram desde problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, como sobrecarregam os sistemas de limpeza pública municipais (FERNANDEZ, 2012). Apesar de serem considerados resíduos de baixa periculosidade, por serem compostos, em sua maioria, por químicos e minerais semelhantes aos agregados naturais e solos, seu impacto maior é em relação ao considerável volume gerado (KARPINSK, 2009).

A ABNT NBR 10004 (2004, p. 1) define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de variação”. Para a classificação dos resíduos, analisa-se o processo ou atividade que lhes deu origem, seus constituintes e características, comparando-os com substâncias cujo impacto já é conhecido.

Os resíduos da construção civil, de acordo com a NBR 10004, são dispostos na classe II B, considerados materiais inertes, ou seja:

Materiais que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT NBR 10004, 2004, p. 5).

Segundo a Resolução 448 do CONAMA (2012, p.1), resíduos da construção civil (RCC) “são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de



obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos”. O documento classifica os resíduos em 4 classes, exemplificadas de acordo com o Quadro 4.

**Quadro 4** – Classificação de Resíduos da Construção Civil

Classe	Classificação	Exemplo
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Peças pré-moldadas em concreto; componentes cerâmicos, argamassa e concreto; solos provenientes de terraplanagem
B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso
C	Resíduos sem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Espumas
D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos; telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde

Fonte: Resolução 448 do Conama, 2012.

A Resolução 448 do Conama tem como objetivo estabelecer “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”; esta estabeleceu um prazo máximo, a partir de sua publicação, para que os municípios e o Distrito Federal elaborem e implementem um Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Além disso, a resolução nomeia os geradores como responsáveis pelo gerenciamento dos próprios resíduos. Assim, estabelece orientações de separação dos resíduos em classes e o encaminhamento para uma disposição adequada (FERNANDEZ, 2012).

Segundo Evangelista, Costa e Zanta (2010), poucas iniciativas, apesar dos prazos estabelecidos, foram aplicadas em relação à resolução, em relação à

adaptação de processos a fim de garantir a destinação correta dos RCC. Assim, a autora destaca a relevância da elaboração de normas técnicas com a finalidade de regulamentar o manejo dos resíduos sólidos e utilização de agregados reciclados, tendo um papel fundamental na estimulação da segregação, reciclagem e destinação responsável dos RCC.

A geração de resíduos da construção civil em obras de novas edificações é de, aproximadamente, 300 kg/m<sup>2</sup> (MATTOS, 2013). O mau gerenciamento desses resíduos envolve questões ambientais, como o esgotamento das áreas de depósito de lixo urbano e o desperdício de recursos naturais não renováveis, além de questões econômicas, como custos adicionais para o governo (BLUMENSCHNEIN, 2007).

A deposição inadequada dos resíduos também surge como situação agravante, surgindo como causadora de poluição do solo, degradando paisagens e servindo de abrigo para animais peçonhentos, se tornando um risco à saúde pública (KARPINSK, 2009).

Para Nagalli (2016), além da questão ambiental, a questão dos resíduos da construção civil impactam também nas dimensões social e econômica da sustentabilidade, através das atividades humanas no processo da reciclagem, "que não só buscam atenuar mazelas sociais, como também geram emprego e renda - macro e microeconomias" (NAGALLI, 2016, p. 12)

Segundo Teixeira (2020), com base em estudos de Bossink e Brouwers (1996), as principais causas da geração de resíduos em obras envolvem fatores como: projetos, compras, tratamento do material e erros de operação, entre outros. Para solucionar tais problemas, o autor cita a gestão do processo construtivo e adoção de processos inteligentes.

### 2.3.2 Impactos Sociais

Sendo considerado um exponencial gerador de empregos, a indústria da construção vem movimentando significativamente a economia do país, absorvendo um número expressivo de trabalhadores economicamente ativos a cada dia (MELO; LAMAS; JUSTINO, 2017). Segundo dados do Ministério do Trabalho, no ano de 2011 existiam 2.909.131 trabalhadores com carteira de trabalho assinada na construção civil no Brasil, sendo 154.560 trabalhadores no estado do Paraná.

Porém, apesar de sua forte relação com os aspectos sociais, conforme Resende (2007), a construção civil também é uma grande causadora de impactos sociais negativos. Dados estatísticos apontam que o setor é considerado um dos mais perigosos do mundo. Segundo a Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, no ano de 2016, a incidência de acidentes relacionados à construção de edifícios foi de aproximadamente 14,22%, e a taxa de acidentes mortais foi de 9,67%.

Apesar da existência da NR-18, norma que regulamenta a implementação de medidas de segurança no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção, são escassos os estudos sobre doenças e riscos relacionados a esse setor. Isso se dá, possivelmente, pela grande rotatividade dos trabalhadores e alto grau de informalidade dos contratos de trabalho (SANTANA; OLIVEIRA, 2004).

Os acidentes de trabalho, aliados ao retrabalho e à perda de materiais, são fatores que podem aumentar consideravelmente a receita destinada para a mão de obra dentro de uma edificação (BUFON; ANSCHAU, 2016). Segundo o autor, mesmo sendo um agente que requer mais de 50% dos investimentos totais do projeto, a mão de obra ainda é tratada de maneira pouco eficaz em relação à qualificação e inserção de novos funcionários neste setor.

Segundo Neri (2011), o nível de escolaridade daqueles que trabalham na construção, em média, é de 6,3 anos, cerca de 2 anos a menos que a média dos ocupados. A falta de qualificação e leque de funcionários formado por pessoas com pouco grau de instrução, de acordo com Filho (2004), são consequências do pouco investimento ou caráter precário de treinamentos e instruções.

Essa defasagem em relação à qualificação da mão de obra foi um fator responsável pelo aumento do número de mulheres atuantes na indústria da construção, aliado à necessidade de mão de obra imediata e a defasagem masculina nos postos de trabalho (SINDUSCON, 2016). Nos últimos 10 anos, a atuação feminina aumentou cerca de 65%. Porém, a igualdade de sexos entre os operários está longe de acontecer. Segundo Rocha (2017), a presença de mulheres no âmbito da construção é minoria, desde posições de gerência, até postos que atuam diretamente em canteiro de obra. Segundo a autora, isso se dá pelo fato de ser um espaço de “dominação masculina”, cobrando uma maior qualificação profissional como tentativa para equidade de capacitação.

Diante dessa situação, a questão social no setor da construção civil se torna responsabilidade de todos os agentes envolvidos (sendo fabricantes, projetistas,

construtores, incorporador e outros), tornando-se tão relevante e dependente de atenção quanto questões ambientais (RESENDE, 2007).

### 2.3.3 Impactos Econômicos

O setor da construção civil é um fator decisivo em relação à estrutura econômica de um país (KURESKI et al., 2008). No Brasil, se consolida como importante agente estratégico e produtivo devido a seu tamanho e impacto direto na economia, além de sua importância para o desenvolvimento do meio (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005). Teixeira et al. (2011) apontam como razão de tal relevância econômica, a relação entre o tamanho do produto gerado pelo setor, com a proporção do valor adicionado nas atividades.

O desempenho dessa indústria está intimamente ligado ao desenvolvimento de diversas atividades econômicas, pois oferece a infraestrutura necessária para tal, como instalação de redes de transportes, energia e comunicação, sem as quais atividades primárias, secundárias e terciárias não conseguem produzir (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005).

De acordo com Rigolon (1998), o desenvolvimento econômico gerado por investimento em tais sistemas de infraestrutura aumenta os insumos privados, e funciona como agente incentivador de investimentos e emprego, bem como gera um aumento da produtividade de ramos ligados a esses sistemas.

Dessa forma, pode-se afirmar que quando a construção civil e seus impactos são estudados, todo o macrossetor precisa ser considerado (KURESKI, 2011). Responsável por consumir grande quantidade de recursos naturais, gerar emprego e fornecer desenvolvimento a uma cadeia produtiva em seu entorno, a indústria da construção tem um importante papel no Produto Interno Bruto (PIB) do país (SOUZA et al., 2015).

No ano de 2006, a contribuição do macrossetor na economia paranaense foi de 9,65 bilhões de reais, correspondendo a 8,07% da totalidade (KURESKI, 2011). Em relação à composição do macrossetor, o autor afirma que os insumos correspondem à 17% do PIB de tal, assim como a construção civil representa 50,7% e o comércio, transporte e serviços, 32,3%. Além disso, no mesmo ano, as 2106 empresas do ramo no estado do Paraná produziram um montante de 4687,65 milhões de reais.

## 2.4 TÉCNICAS PARA MITIGAR OS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS NO CANTEIRO DE OBRA

A construção de uma edificação causa diversos impactos negativos em nossa sociedade, e o debate sobre esse tema tem sua importância no entendimento desses impactos e uma reflexão sobre como essas ações predatórias atuais irão impactar nas gerações futuras (ISOLDI, 2007).

Este capítulo tem como objetivo apresentar possíveis técnicas que podem ser utilizadas para mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos dentro de canteiro de obra, a fim de obter-se uma construção mais sustentável.

### 2.4.1 Adoção de projetos sustentáveis

"A edificação é um empreendimento cujo ciclo de vida pode ser dividido nas seguintes fases: idealização, concepção, projeto, construção, uso, manutenção e final de vida útil" (MOTTA, 2009, p. 105).

Projetar, no ambiente da construção civil, representa a idealização da edificação construída, através da antecipação de uma solução que resulta na concretização de um edifício (NEVES, 1989; ISOLDI, 2007). A elaboração de um projeto tem como referência uma situação à qual se pretende modificar, uma ideia do que modificar e a previsão de como isso vai acontecer (OLIVEIRA, 1992).

Dentre as etapas do ciclo de vida de uma edificação, é nas fases iniciais (idealização, concepção e projeto) onde se encontra a maior possibilidade de intervenção, proporcionando um empreendimento com melhor desempenho e menor custo de implantação de novas estratégias (MOTTA, 2009).

Neste meio, a arquitetura sustentável surge como aquela que possui consciência energética, e busca o esboço de ambientes saudáveis, economicamente viáveis e atentos às exigências sociais, culturais e ambientais (EDWARDS, 2004). Para Mülfarth (2005), através de uma arquitetura e construção sustentável é possível "promover a busca pela igualdade social, (...) por uma maior eficiência econômica e menor impacto ambiental nas fases de projeto, construção, utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando a distribuição equitativa da matéria-prima e garantindo a competitividade do homem e das cidades (ISOLDI, 2007, p. 114-115).

Segundo Motta (2009, p. 29), "defender a arquitetura sustentável demonstra a necessidade de o homem assumir a responsabilidade sobre o ambiente, o que significa criar ambientes não naturais que não provoquem mais danos à capacidade física e psicológica humana, ação que valoriza as gerações futuras por meio do cuidado com o planeta Terra". Assim, as edificações tornam-se habitações agradáveis, possibilitando a produção e bem-estar de quem a frequenta.

Para Patzlaff, Kern e González (2010), não existe apenas um modelo de construção sustentável, são considerados sustentáveis os projetos que ponderam, entre outros, a "racionalização, modularização, uso de materiais reciclados, reusados ou reintegrados, assim como a redução do consumo de energia e água" (PATZLAFF; KERN; GONZÁLEZ, 2010, p. 482). Nunes, Carreira e Rodrigues (2009) complementa que os projetos sustentáveis são voltados à economia e uso racional dos recursos naturais, através de uma arquitetura adaptada ao clima e escolha de materiais tecnicamente adequados.

Atualmente, existem esforços para determinação de indicadores e critérios de projeto que auxiliam na melhoria do desempenho da edificação quanto à sustentabilidade. Entre esses sistemas, destacam-se: BREEAM (inglês) e LEED (norte-americano), HQE (*Haute Qualité Environnementale* - francês), FIEC (*Charter for the Environment* - europeu), filosofia *Building Green*, CASBEE (japonês), NABERS (australiano), DGNB (alemão), AQUA, Selo Casa Azul e PROCEL, sendo os três últimos selos brasileiros (DEGANI; CARDOSO, 2002; PATZLAFF; KERN; GONZÁLEZ, 2010; COSENTINO; BORGES, 2016).

Dentro de canteiro de obras também pode-se destacar a importância da fase de projeto; afinal, é durante a implantação da edificação que as primeiras consequências dos recursos escolhidos irão aparecer. Assim, fica a cargo do projetista considerar os recursos e métodos construtivos a serem utilizados, pensando em soluções que não agredam o meio e facilitem o trabalho na hora da execução (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Além da responsabilidade em projetar "sustentavelmente" a edificação em si, é fundamental que o profissional observe o entorno e realize um trabalho que impacte minimamente a sociedade vizinha e a drenagem urbana, evitando a retirada de moradias, desmatamento e rebaixamento de lençóis freáticos, por exemplo (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Atualmente, alguns processos construtivos são utilizados com essa finalidade de aplicar conceitos de sustentabilidade, como uso de brises e construções modulares, *Light Steel Frame*, retrofit, soluções para economia hídrica e reciclagem de materiais (cerâmicas feitas de lâmpadas recicladas, pisos e revestimentos de bambu, tintas ecológicas), e até mesmo uso de *containers* para otimização de processos na montagem de canteiro de obras.

De maneira resumida, os projetos surgem como alternativa na aplicação de conceitos de sustentabilidade em obra, por possibilitarem pesquisas, visitas, escolhas e um menor custo de aplicação de novas metodologias, podendo ser considerados passos consistentes para atingir o objetivo de um canteiro de obras que respeite o meio (DEGANI; CARDOSO, 2002; NUNES; CARREIRA; RODRIGUES, 2009).

#### 2.4.2 Uso da *Lean Construction*

A filosofia *Lean* foi desenvolvida no ambiente de manufatura, baseada no Sistema Toyota de Produção (TPS), e visa atender as necessidades do cliente em um menor tempo, com qualidade e baixo custo, reduzindo esforço da mão de obra, espaço e investimento (PICCHI, 2003; VIEIRA, 2015). Fernandes (2015, p. 6) define a metodologia *Lean* como "a procura de otimização do processo produtivo, tendo por finalidade a rentabilização de recursos e o aumento do valor agregado de produção".

Segundo Ohno (1988), mentor do TPS, o objetivo primário desta filosofia é diminuir o desperdício (chamado de Muda dentro da metodologia *Lean*), por ser um custo invisível, que não adiciona valor ao serviço ou produto (FERNANDES, 2015). Ohno (1988) divide os desperdícios em sete classes: sobreprodução, defeitos, processamento extra, espera, excesso de inventário e movimentação.

O autor ainda defende que esta absoluta eliminação do desperdício deve ser feita através de dois pilares: *Just-in-time* e autonomia (ou *Jidoka*). O primeiro surge como um sistema onde há uma padronização de processos e redução da variabilidade das atividades, protegendo a produção das incertezas do processo de manufatura. A autonomia visa uma automação com controle humano, que traz o aumento de produtividade através da divisão de tempos (PICCHI, 2003; VIEIRA, 2015).

Derivada desta ideia, o conceito da *Lean Construction* teve início nos anos 90, com a publicação da pesquisa *Application of the new production philosophy in the construction industry* (Aplicação da nova filosofia de produção na indústria da

construção), de Lauri Koskela, em 1992. Nesta, o autor avaliou a aplicabilidade da implantação de princípios do sistema de produção automobilístico na construção civil, dando origem a "Construção enxuta" (SOUZA; CABETTE, 2014).

Segundo Lorenzon e Martins (2006, p. 2), Koskela (1992) explica *Lean Construction*:

A produção é um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria prima até o produto acabado. Nesse fluxo, o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando pelo processamento, inspeção ou movimentação. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto.

Em resumo, entende-se que este sistema visa a identificação e eliminação de perdas (de recursos, mão de obra, tempo e equipamentos) no processo produtivo, aumentando a produtividade do setor e, conseqüentemente, elevando a competitividade e qualidade dos serviços (SANCHEZ; PEREZ, 2001; SOUZA; CABETTE, 2014).

Koskela (1992) apresentou onze princípios que servem de base para a Construção Enxuta, visando a melhoria de fluxo do processo. Os onze princípios são:

1. Reduzir a quantidade de atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto final através da consideração das necessidades do cliente;
3. Reduzir a variabilidade (da matéria-prima, do processo, na demanda);
4. Reduzir o tempo de ciclo;
5. Simplificar o processo produtivo, minimizando o número de tarefas, partes e ligações;
6. Aumentar a flexibilidade, compreendendo a capacidade de alteração do projeto inicial;
7. Aumentar a transparência do processo, facilitando correções e envolvendo a mão de obra;
8. Focar o controle no processo global, e não por parte ou atividades isoladas;



9. Trabalhar com a melhoria contínua;
10. Balancear as melhorias entre fluxo e conversões;
11. Realizar *benchmarking*, utilizando a troca de informações entre empresas como ferramenta de melhorias e aprendizagem.

De forma geral, os princípios analisam o ambiente de produção de forma sistêmica, e trazem a redução de atividades que não agregam valor e a melhoria contínua como premissas para aplicação desta metodologia (TONIN; SCHAEFER, 2013). Os princípios propostos por Koskela (1992) servem como principal direcionador pra trabalhos que visam a aplicação prática da *Lean Construction*, como SANTOS, 1999; ISATTO et al., 2000 (PICCHI, 2003).

#### 2.4.3 Definição de *layout* do canteiro de obras

Como já visto, entende-se canteiro de obras como um "organismo" formado por diversos elementos, fixos ou temporários, que visam o fornecimento de condições favoráveis e necessárias para a conclusão de um empreendimento (BALBINOT, 2012). Reconhecida a sua complexidade, aliada à negligência com a organização de tal área, é inevitável a existência de imprevistos, que muitas vezes são solucionados através de arranjos de última hora (FILHO; MENDES, 2017b).

A fim de atender normas e manter a qualidade e produtividade das construções, além de evitar problemas ou solucioná-los de maneira mais efetiva, torna-se necessário o planejamento e organização do canteiro de obras (FERREIRA; FRANCO, 1998).

Segundo Saurin (1997, p. 8), entende-se por planejamento do canteiro como "o planejamento do *layout* e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança".

A definição de *layouts* pode auxiliar na otimização de recursos humanos, possibilita uma maior segurança do trabalhador, diminui o consumo de matéria-prima, reduz o desperdício de materiais e, conseqüentemente, de gastos, garantindo a melhoria da qualidade do empreendimento final (BALBINOT, 2012; MAZUR, 2015).

A atenção dada à esta etapa do planejamento, no entanto, deve ser especial. O arranjo do canteiro deve ser cuidadosamente pensado, de maneira que acompanhe

todo o ciclo de vida do empreendimento, englobando as diversas fases da obra e necessidades de cada uma delas (FRANCO, 1992).

A seguir, apresenta-se, de maneira simplificada, as principais etapas de estruturação do planejamento do canteiro, baseando-se na bibliografia de Saurin e Formoso (2006) e suas referências, por envolver soluções aplicáveis à canteiros abordados neste trabalho, assim dizendo, canteiros de obras de edificações verticais urbanas residenciais e/ou comerciais de múltiplos pavimentos.

Segundo Saurin e Formoso (2006), o planejamento do canteiro deve incluir quatro etapas principais:

- Diagnóstico de canteiro de obras existentes;
- Padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento;
- Planejamento do canteiro de obras propriamente dito;
- Manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5S.

Assim, cada etapa será tratada separadamente nos próximos tópicos.

#### 2.4.3.1 Diagnóstico de canteiro de obra

"O método de diagnóstico proposto consiste da aplicação conjunta de três ferramentas: uma lista de verificação (*checklist*), elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico" (SAURIN; FORMOSO, 2006, p. 24).

A lista de verificação é uma ferramenta mais abrangente, com a função de realizar uma análise qualitativa do canteiro através dos aspectos: instalações provisórias, segurança no trabalho e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Essa etapa consiste na verificação de requisitos de qualidade de elementos da obra, a partir de fontes e parâmetros indicados por normas e manuais indicados para cada um deles. Os autores consideraram ainda a sugestão de profissionais experientes e com noções básicas de logística para incrementar o *checklist*. Como resposta ao formulário, as opções são "sim", "não" e "não se aplica".

É importante comentar que os requisitos foram definidos de forma objetiva, de modo que a verificação de sua existência ou não seja de maneira visual, dispensando medições e consultas a projetos e funcionários da obra.

Apesar de ser, a princípio, uma análise qualitativa, o resultado do *checklist* pode ser expresso quantitativamente, através da atribuição de uma nota ao canteiro. Sobre isso, Saurin e Formoso (2006, p. 25) explicam:

O sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto. O item recebe o ponto caso esteja assinalada a opção "*sim*". Existe uma tabela na lista de verificação, ao final de cada grupo, onde devem ser anotados os pontos obtidos (PO), os pontos possíveis (PP) e a nota do grupo, a qual é a relação entre PO e PP. Os pontos obtidos corresponde ao total de itens com avaliação positiva, enquanto os pontos possíveis ao total de itens com avaliação positiva ou negativa. Para os fins de atribuição da nota, são desconsiderados os itens marcados como "*não se aplica*".

Os autores comentam que a existência dessa nota fornece parâmetros de comparação entre diferentes obras, gerando medidas para *benchmarking*. Porém, caso seja utilizada apenas como ferramenta de controle, há liberdade para utilização de outros métodos de pontuação, adaptados à realidade de cada canteiro.

O segundo item comenta sobre a elaboração de croquis do *layout* do canteiro. Esta ferramenta, útil na identificação de problemas relacionados aos arranjos físicos do canteiro, se torna necessária visto que a maior parte dos canteiros não possui uma planta de *layout*, dificultando a visita de diagnóstico.

Visto sua importância, Saurin e Formoso (2006) apresentam algumas diretrizes para elaboração dos croquis, podendo, também, serem utilizadas na elaboração das plantas de *layout*. Estes, devem conter os desenhos de todos os pavimentos necessários à compreensão na edificação, além da:

- Definição aproximada do perímetro dos pavimentos, diferenciando áreas fechadas e abertas;
- Localização de pilares e outras estruturas que interfiram na circulação de materiais ou pessoas;
- Portões de entrada no canteiro e acesso coberto para clientes;
- Localização de árvores que restrinjam ou interfiram na circulação de materiais ou pessoas, inclusive na calçada;

- Localização das instalações provisórias;
- Todos os locais de armazenamento de materiais, inclusive depósito de entulho;
- Localização da calha ou tubo para remoção de entulho;
- Localização de: betoneira, grua, guincho e guincheiro, elevador de passageiros, centrais de carpintaria e aço;
- Pontos de içamento de fôrmas e armaduras;
- Localização de passarelas, rampas e/ou escadas provisórias com indicação aproximada do desnível;
- Linhas de fluxo principais.

O terceiro item, registro fotográfico, tem como função registrar os problemas encontrados durante a visita ao canteiro, a fim de ilustrar situações na apresentação dos resultados do diagnóstico. Os principais itens a serem fotografados envolvem, principalmente, áreas de armazenagem, áreas de vivência, itens de segurança (como fechamento do poço de elevadores, fixação de treliças, corrimãos), instalações provisórias e sistemas de drenagem.

Como sugestão, as fotografias podem ser utilizadas como instrumentos de argumentação, indicando o contraste entre situações negativas e positivas, indicando as possíveis soluções de maneira mais visual.

#### 2.4.3.2 Padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento

A padronização surge em meio às diversas estratégias de gerenciamento destinadas ao movimento pela qualidade total, destacando-se pela sua importância e eficiência (SAURIN; FORMOSO, 2006). Porém, anteriormente à sua implantação, é necessário um estudo de sua necessidade e área de implantação.

Maia, Heineck e Yuki (1994) citam que, no setor da construção civil, o custo dos processos e quantidade de repetições de tais são critérios determinantes para estabelecer quais etapas deverão ser padronizadas. Porém, ao escolher a unidade de custo, é possível que envolva processos desempenhados por terceiros, como instalação de elevadores ou colocação de esquadrias de alumínio, não sendo interessante para o gerenciamento de um padrão.

Com isso, e ressaltando que o estudo envolve um canteiro de obras de uma edificação residencial, entende-se que a unidade de repetições se torna vantajosa e fortemente recomendada. Saurin e Formoso (2006) justificam que, em obras com padrões semelhantes, esta unidade de padronização se torna vantajosa, visto a possibilidade das instalações de diferentes canteiros serem muito semelhantes.

Segundo os autores, a adoção da padronização em um canteiro de obras pode trazer benefícios relacionados à diminuição de perdas, facilidade no planejamento dos *layouts* de outros canteiros, fortalecimento da imagem da empresa no mercado, conformidade com normas e leis, entre outros.

Para implantação de um canteiro de obras padrão, Saurin e Formoso (2006) citam quatro etapas: diagnóstico, reuniões de grupo de padronização, elaboração do manual de padrões e elaboração do plano de implantação e controle.

Por meio dessas etapas, é possível realizar o diagnóstico de padrões já existentes e verificar deficiências recorrentes. Através de reuniões de grupos, formados por engenheiros, cargos de gerência e mestres de obras, esses dados são analisados e define-se os processos que devem ter uma atenção especial.

Para otimização destes processos, premissas são prescritas de modo a nortear as atitudes e metas padrões a serem seguidos, para efetividade do método. Assim, é possível elaborar um plano de implantação, com um planejamento de datas e responsáveis por cada etapa, auxiliando a sua execução e monitoramento.

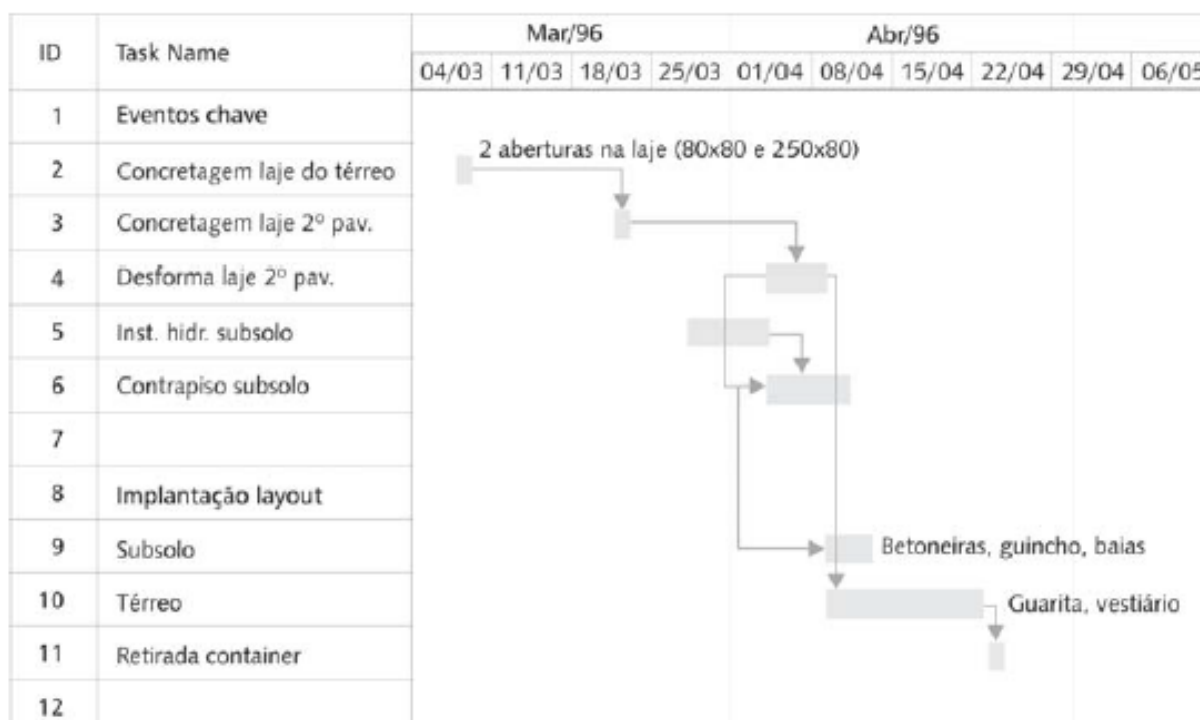
#### 2.4.3.3 Planejamento do canteiro de obras propriamente dito

A etapa de planejamento do canteiro de obras deve compreender cinco etapas básicas:

- **Análise preliminar:** etapa de coleta e análises de informações, através de programas de necessidade, com informações de elementos que serão necessários no canteiro de obra, informações sobre o terreno e o entorno da obra, definições técnicas, cronograma de mão de obra e cronograma físico da obra. Essas informações são úteis para que o planejamento da obra seja realizado de maneira correta, evitando interrupções e atrasos.
- **Arranjo físico geral:** esta etapa consiste no posicionamento relativo dos ambientes dentro da área destinada ao canteiro de obras.

- Arranjo físico detalhado: através do arranjo físico geral, é possível alocar cada instalação e equipamento no *layout*, definindo as localizações mais exatas dos ambientes.
- Detalhamento das instalações: nesta etapa, são definidos detalhes da infraestrutura necessária para o funcionamento do canteiro, como definição de quantidades de cadeiras necessárias no refeitório, quantidade de armários, fluxos de materiais e pessoas, etc. Um exemplo de cronograma está apresentado na Figura 1.
- Cronograma de implantação: o cronograma tem como função representar graficamente as fases e eventos da execução da obra que necessitem de alteração no *layout*. Esse cronograma é utilizado para alocar melhor os recursos (maquinário, trabalhadores) e facilitar a identificação de possíveis atrasos no planejamento.

Tais etapas visam a execução de um *layout* de canteiro eficiente, não impactando na concepção dos projetos, mas tornando o trabalho mais organizado e satisfatório. O planejamento dos ambientes deve ser feito, preferencialmente, pelo gerente técnico da obra, com o auxílio do mestre de obras e empreiteiros.



**Figura 1 - Exemplo de cronograma de layout**

Fonte: Saurin e Formoso, 2006.

#### 2.4.3.4 Manutenção da organização dos canteiros

A etapa de manutenção tem como função um acompanhamento e trabalho contínuo, para que as etapas anteriores sejam realmente aplicadas e a melhoria seja permanente. Neste assunto, Saurin e Formoso (2006) destacam o uso da metodologia 5S em canteiro de obras, a fim de envolver os funcionários na gestão do canteiro.

Essa metodologia visa o desenvolvimento de ambientes propícios para a implantação de programas de qualidade, através do desenvolvimento de cinco sentidos nos funcionários: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (OSADA, 1992). Explicando, segundo (SAURIN; FORMOSO, 2006; SILVA, 2010; BORBA, 2018):

- *Seiri*: senso de organização, indica a triagem e segregação de materiais desnecessários no local de trabalho, eliminando objetos obsoletos;
- *Seiton*: senso de ordem, indica a organização dos itens no espaço disponível, de acordo com sua frequência de utilização, permitindo o seu fácil acesso e economia de tempo;
- *Seiso*: senso de limpeza, indica a busca por sujeiras e imperfeições e eliminação de qualquer distúrbio que cause desconforto;
- *Seiketsu*: senso de asseio, busca garantir o cumprimento das etapas anteriores, investindo na ideia de que um ambiente limpo e organizado incentive o cuidado com a saúde e higiene pessoal.
- *Shitsuke*: senso de disciplina, considerada a chave da metodologia 5S, indica o bom resultado do programa, onde percebe-se, sem cobrança, melhorias no ambiente de trabalho, saúde pessoal e desempenho.

Independente de nomenclatura, a intenção da manutenção no canteiro de obras é melhorar a qualidade do ambiente de trabalho, através de treinamentos, avaliações de desempenho, aplicação de metas e estimulação dos funcionários.

#### 2.4.4 Uso de sistema BIM

O aproveitamento de tempo e mão de obra é uma busca constante no setor da construção civil, aliado à redução eficiente e regular de custos (BROCHARDT; ASSIS; ANDRADE, 2016). Para os autores, o modo mais eficiente de atingir esse objetivo é integrando todos os campos através de um único sistema de gerenciamento,

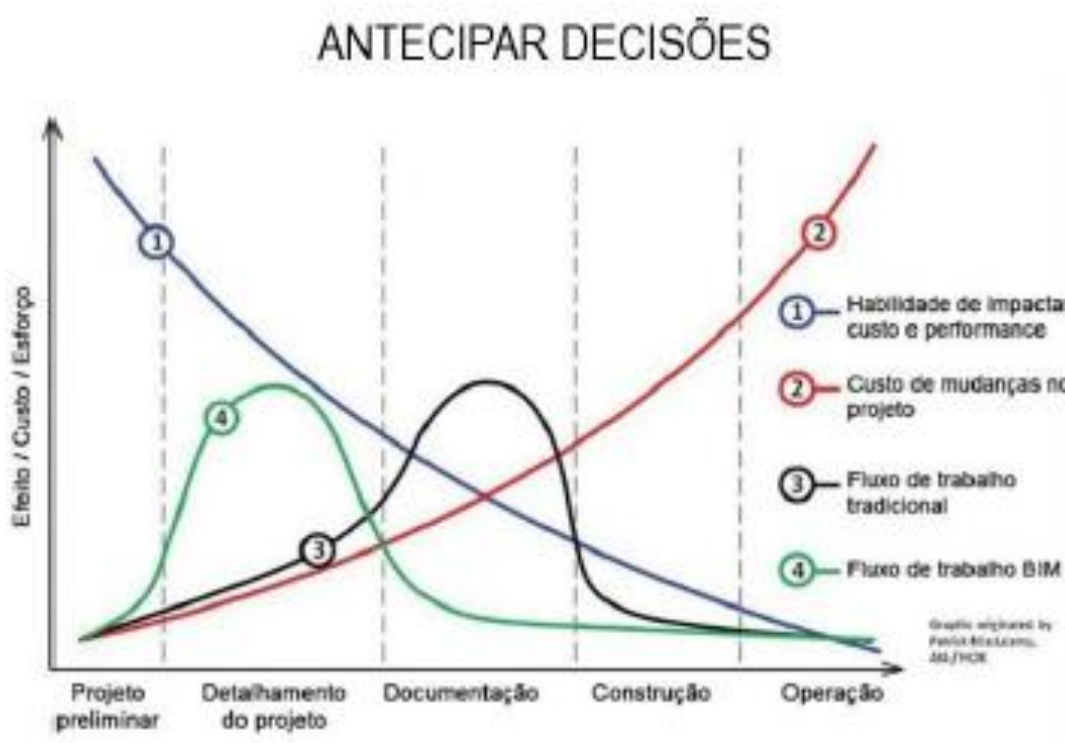
gerando uma interdependência entre eles. Assim, surge o conceito BIM (*Building Information Modeling*).

O BIM é considerado um processo virtual de construção, que permite o trabalho associado de profissionais através de ferramentas digitais, que organizam as informações interdependentes de cada etapa da edificação (ZAPAROLI, 2019).

Eastman et al. (2014) consideram o sistema BIM um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC), onde além de contar como modelo digital exato de uma edificação, também incorpora dados necessários para suporte da construção, fabricação e insumos para sua realização.

Rotta (2017) entende que BIM é um método de planejamento e acompanhamento da obra, onde é possível antecipar situações e decisões futuras, permitindo quantificar materiais, organizar insumos, ter controle do orçamento e evitar erros. Essa ideia é entendida através da Curva de Macleamy (PINTO, 2019).

Nela encontra-se quatro linhas: a linha 1, indicada pela cor azul, que representa a habilidade de impactar custo e performance; a linha 2, vermelha, o custo de mudança no projeto; a linha 3, preta, indica o fluxo de trabalho tradicional; e a linha 4, verde, o fluxo de trabalho BIM.



**Figura 2 - Curva de Macleamy**

Fonte: Pinto, 2019.



Assim, explica Pinto (2019, p. 34):

Dentro da linha do tempo da evolução de um projeto, desde sua concepção até chegar no uso final, a medida que um projeto avança, o custo de realizar mudanças aumenta, e a capacidade da equipe de projetistas de influenciar nesse custo é cada vez menor. A possibilidade de influenciar e alterar os custos de obra e características funcionais de um empreendimento diminui conforme o projeto evolui em cada etapa do seu ciclo de desenvolvimento. Quanto mais avançada a fase dentro do ciclo de desenvolvimento do projeto de um edifício, mais altos serão os gastos com as possíveis alterações de projetos e especificações que podem surgir.

Também é possível fazer uma comparação entre os métodos 2D, tradicionais, e a modelagem BIM. No primeiro, a maior parcela de trabalho é durante o período de documentação, enquanto no segundo, durante o detalhamento. Segundo MacLeamy (2010), essa situação acontece pois, ao criar um modelo BIM, grande parte da documentação é extraída automaticamente, proporcionando melhores projetos. Além disso, através de uma coordenação precisa e livre de erros, é possível ter controle do processo de construção e eliminação da fase de litígio.

Sobre o tema, Pittigliani et al. (2018) cita que uma característica de BIM que difere das demais tecnologias tradicionais CAD é o uso de elementos paramétricos. “Eles não são caracterizados apenas por sua configuração geométrica no espaço, mas proporcionam também um conjunto de informações a servir de regras para sua citação” (PITTIGLIANI et al., 2018, p. 22).

Os modelos digitais em BIM podem incluir representações em âmbito 2D, 3D, 4D (programação e planejamento), 5D (estimativa de custos) ou nD (energia, sustentabilidade, gerenciamento de instalações) de um projeto (HARON et al., 2010). Assim, pode-se dizer que esse sistema possui as funções necessárias para modelagem do ciclo de vida de um empreendimento, envolvendo o desenvolvimento de novas capacidades de construção e envolvimento da equipe como um todo, tornando o projeto mais integrado (EASTMAN et al., 2014).

Para Brochart, Assis e Andrade (2016), os novos instrumentos de gerenciamento e compatibilização atrelados à metodologia BIM mostram-se eficazes na redução das perdas de informações e na identificação de divergências entre projetos antes do início de sua execução, abrandando, conseqüentemente, a ocorrência de erros construtivos e retrabalho. Coelho e Novaes (2008) acrescentam que a implementação desse sistema pode fornecer um apoio de dados dinâmico, que

favorece a fase de concepção dos projetos, aumenta a produtividade e proporciona uma melhoria na qualidade das representações gráficas.

Em relação à fase de execução das obras, o uso da filosofia BIM auxilia diretamente no gerenciamento das modificações de projeto, sincronizando com alterações no cronograma da obra e detecção entre os demais sistemas da edificação, além de um controle mais rigoroso na questão de qualidade, operação e gerenciamento do empreendimento. Também é possível citar que, através dos recursos do sistema, o modelo pode servir de base para pré-fabricação de elementos e elaboração de quantitativos e orçamentos mais reais ao caso aplicado, evitando perdas e desperdícios (SILVA, 2018). Um estudo realizado em 2018 no *The Boston Consulting Group*, pela Revista OE em parceria com o *World Economic Forum*, identificou que o uso de tecnologias como BIM em larga escala, aliada a técnicas como pré-fabricação, equipamentos automatizados e robotizados, impressão 3D, entre outras, poderia auxiliar a construção civil, dentro de dez anos, na economia de 12% a 20% (em torno de U\$ 1 trilhão a U\$ 1,7 trilhão) por ano (ABREU, 2018).

Segundo Fialho (2018), estima-se que o uso do sistema BIM reduza cerca de 9,7% dos custos totais da obra, e 20% dos custos com insumos, além de um aumento de 10% na produtividade das empresas. Segundo dados da Coordenação de Planejamento e Inteligência da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), se 50% das empresas do setor de construção civil adotarem o BIM até 2028, o PIB do setor crescerá 7% (FIALHO, 2018).

Visando o incentivo do uso dessa nova tecnologia em âmbito nacional, em agosto de 2019 entrou em vigor o decreto n 9.983, que institui o Comitê Gestão da Estratégia do *Building Information Modelling*. A Estratégia BIM BR também tem como objetivo criar condições favoráveis para o investimento em BIM, estimular capacitação e desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos.

#### 2.4.5 Uso de modelos digitais em obra

É característico da construção civil o uso de pranchas impressas como ferramenta de transferência de dados para o canteiro de obra. Com o uso de novas tecnologias de visualização e compatibilização em projetos de engenharia, há um aumento significativo de informações envolvidas no processo de construção; como

consequência do movimento desses elementos para o papel, muitos deles são perdidos (BROCHARDT; ASSIS; ANDRADE, 2016).

Segundo Wang et al. (2013), a realidade aumentada permite que as informações digitais sejam inseridas em uma visão real do mundo. Assim, o uso de dispositivos móveis como computadores e *tablets* surgem como mediadores, que permitem a geração dos modelos digitais e o gerenciamento da composição resultante (CUPERSCHMID; FREITAS, 2013).

O uso da documentação durante uma obra acontece desde a fundação até o acabamento; levando em conta as cópias e correções de projetos, a quantidade de papel utilizada é significativamente grande. Assim, a substituição deste material por uma documentação digital causa uma redução do uso deste bem, diminuindo o impacto ambiental gerado em canteiro de obras (BROCHARDT; ASSIS; ANDRADE, 2016).

Atualmente, a mobilidade de dados surge como uma necessidade dos profissionais da construção civil, e o uso de dispositivos móveis são uma alternativa (AMARAL; DUARTE, 2012). Tecnologias como *scanners* a laser e softwares de realidade aumentada, implantados em canteiro de obra, podem ter seus dados integrados à metodologia BIM, e tornarem o acompanhamento de obra mais preciso e eficiente (CELERE, 2018).

Para Mello (2015), “a confiabilidade das informações e a velocidade com que se tem acesso a elas contribuem para um projeto mais assertivo, evitando desperdício de material e recursos por erro de planejamento ou falta de acompanhamento”.

Segundo Andrade, Assis e Brochardt (2015), o uso de modelos digitais em obra apresenta as seguintes vantagens:

- Maior clareza de informações e, conseqüentemente, aumento da qualidade destas;
- Possibilidade de alterações de informações e esboços sem necessidade de reimpressões;
- Maior segurança de informações, por ser um armazenamento em meio digital;
- Seletividade de informações necessárias em cada etapa da obra.

#### 2.4.6 Gestão de resíduos

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), apesar de vistos como baixa periculosidade, causam grandes impactos por agregarem diferentes classes de materiais, além de seu considerável volume. Por ser um problema que envolve diversos âmbitos, vê-se a necessidade da implantação de programas de gerenciamento de tais resíduos (FONSECA, 2011).

É importante destacar que a gestão de resíduos envolve um sistema complexo, e requer a participação e integração de agentes (setor produtivo, setor público, pesquisa e terceiro setor), instrumentos (legais, econômicos e técnicos) e ações (planejamento, operação e normatização técnica) (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Segundo a Resolução 307/02 do CONAMA, entende-se por geradores de resíduos "pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos" (CONAMA, 2002, p. 2). No Quadro 5, encontra-se os principais agentes relacionados à gestão de RCC e suas respectivas responsabilidades.

No Brasil, o gerenciamento dos RCC por parte do setor público aparece através de políticas que buscam influenciar as empresas geradoras a mudarem sua postura e adotarem novas medidas que visem a redução deste montante. Porém, estas ações ainda não são consideradas usuais (LORDÉLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Apesar de ser um assunto que envolve vários setores, vê-se a necessidade de uma gestão adequada de entulhos em canteiros de obras, visto que cerca de 50% dos resíduos urbanos são gerados nestes ambientes (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Como já citado anteriormente, a gestão de resíduos pode ser trabalhada desde a concepção do projeto e escolha de metodologias de construção. Porém, não menos importante, é função dos construtores implantar em suas obras um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) em seus empreendimentos (CABRAL; MOREIRA, 2011). Os autores citam que esse projeto deve conter procedimentos padrões para a manipulação e destinação adequados dos resíduos.

**Quadro 5** – Responsabilidades na gestão de Resíduos Sólidos

Agente	Responsabilidades
Estado	Regulamentação do gerenciamento da coleta, transporte e fiscalização da disposição, estabelecimento de metas para redução do uso de recursos naturais, fortalecimento da produção de agregados reciclados, estabelecimento de áreas legais de disposição de resíduos sólidos.
Geradores	Redução das perdas e geração de resíduos, gerenciamento dos resíduos durante o processo construtivo, conscientização da necessidade de redução e reciclagem.
Clientes, arquitetos, engenheiros	Exigir a adoção de sistemas de gerenciamento dos resíduos, definir critérios de racionalização e padronização, incentivar a utilização de materiais reciclados e adoção de princípios sustentáveis.
Transportadoras	Exigir o exercício da atividade de transportar de maneira consciente, conscientizar seus motoristas sobre os impactos dos serviços prestados, contribuir para programas de controle e fiscalização.
Universidades e Institutos de Pesquisa	Auxílio e incentivo no desenvolvimento de pesquisas, assessoria, consultorias, entre outros.

Fonte: Adaptado de Blumenschein, 2007.

Para a Lei 12.305/2010, as empresas de construção civil são sujeitas à elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, seguindo recomendações estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama). Esse documento deve ser elaborado por um responsável técnico competente, atender ao Plano Municipal de Resíduos do município e ser disponibilizado aos órgãos e autoridades competentes (VGRESÍDUOS, 2020).

Segundo Pinto (2005), a elaboração de um Plano de Gerenciamento deve facilitar as ações dos envolvidos nos processos, definir atividades e fluxos e incentivar a adesão do programa, tornando os procedimentos mais vantajosos.

Sobre isso, MAZUR (2015) propõe a gestão do processo produtivo, a fim de diminuir a geração dos resíduos sólidos e corrigir falhas no gerenciamento do canteiro em si, utilizando de práticas de conscientização e sensibilidade dos meios envolvidos. No estado do Paraná, o SINDUSCON-PR elaborou uma cartilha com as principais informações sobre as responsabilidades, informações e instruções para os grandes geradores de resíduos. Nesta, encontra-se algumas etapas do processo de gestão dos Resíduos da construção no canteiro, constantes na Figura 3.

**Figura 3 - Passos para gestão do RCD**



Fonte: Sinducon, 2020.

A primeira etapa visa um planejamento e escolha de sistemas construtivos racionalizados, e a adoção de tecnologias limpas, de modo a evitar perdas, gerando um menor desperdício e, conseqüentemente, uma redução na quantidade de resíduos. A cartilha ainda indica a utilização de componentes e sistemas pré-fabricados.

A etapa seguinte, de redução, sugere ações que melhorem o processo produtivo, como organização do canteiro e treinamento da mão de obra. Além disso, sugere a fiscalização e monitoramento da limpeza do canteiro, minimizando o desperdício de materiais e ferramentas de trabalho.

A terceira e quarta etapas trazem a reutilização e a reciclagem como alternativa, abordando a identificação e segregação dos materiais, que podem ser reutilizados no próprio canteiro ou encaminhados para locais adequados para sua

reciclagem. Essas ações trazem benefícios como a economia na compra de novos materiais e diminuição das despesas com remoção de resíduos.

Ainda sobre isso, a cartilha traz métodos de reutilização dentro do canteiro para cada classe de material (Quadro 6).

**Quadro 6** – Maneiras de reutilização dentro do canteiro de obras

RESÍDUOS	REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO
Revestimento de pisos ou paredes das construções pré-existentes	Revestimentos em mosaico, revestimento das instalações provisórias
Louças, metais, esquadrias e telhas	Aproveitamento nas instalações provisórias
Resíduos classe A (inertes) do processo de demolição	Enchimento de valas sem necessidade de controle tecnológico mais rigoroso
Resíduos classe A (concretos, pedras, cerâmicas, argamassas) das construções pré-existent e da obra	Britagem para confecção de agregados a serem utilizados no canteiro para enchimento de valas, reforço de bases de pavimentação, aterro sem necessidade de controle tecnológico, contrapisos, argamassas, blocos de vedação, meios-fios; todos estes elementos desde que não tenham exigências estruturais
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) - embalagens	Aproveitamento de embalagem para acondicionamento de outros materiais, sempre que não houver risco de contaminação ou alteração das características do novo material acondicionado; aproveitamento para confecção de sinalizações, construções provisórias para estoque de materiais e balas para resíduos, cercas e portões
Escoramento e andaimes metálicos	Reaproveitamento durante toda a obra
Solos	Reaterros
Madeiramento dos tapumes e formas	Processamento das peças para novas funções no canteiro, tais como sinalizações, caixas, baias para estoque de materiais ou resíduos, etc.

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-PR, 2020.

Sobre a reciclagem de materiais, o SINDUSCON-PR recomenda que seja realizado uma análise de viabilidade, que indique se esta ação é indicada ou não a ser realizada dentro de canteiro de obras. Para isso, deve-se observar alguns pontos:

- O volume e fluxo estimado da geração;
- Investimento e custos para reciclagem (equipamento, mão de obra, consumo de energia, etc.);
- Tipos de equipamentos disponíveis no mercado e especificações;
- Alocação de espaços para reciclagem e formação de estoque de agregados;
- Possíveis aplicações para os agregados reciclados em obra;
- Controle tecnológico sobre os agregados produzidos.

A quinta etapa, de tratamento, indica a importância de um transporte interno e acondicionamento de materiais adequado.

Para o transporte interno dos materiais, sugere-se o uso de carrinhos, giricas e transporte manual (transporte horizontal), e elevadores de carga, guias e condutores de entulho (transporte vertical). A disponibilidade dos equipamentos de transporte vertical definirá a rotina de coleta nos pavimentos, e essa movimentação dos resíduos deve estar inserida no planejamento do *layout* do canteiro, a fim de minimizar "gargalos".

Ainda sobre o transporte interno, Mattos (2013) comenta sobre a importância de que essa movimentação deva ser realizada pelos operários encarregados, para melhor organização e controle.

Sobre o acondicionamento dos entulhos, pode ser classificado em intermediário e final. Refere-se como acondicionamento intermediário os reservatórios localizados próximos aos possíveis locais de geração. Estes, devem ter forma e volume compatível com a classe dos resíduos que serão depositados, preservando a boa organização dos espaços. Deve-se também considerar o recolhimento de resíduos não oriundos diretamente da construção civil, como dos refeitórios, escritórios e sanitários.

Mattos (2013) sugere alguns recipientes e locais para depósito dos materiais, representado no Quadro 7.



**Quadro 7** – Exemplos de acondicionamento intermediário

TIPO DE RESÍDUO	ACONDICIONAMENTO INTERMEDIÁRIO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos
Madeira	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia (pequenas peças) ou em pilhas formadas nas proximidades da própria bombona e dos dispositivos para transporte vertical (grandes peças)
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações, etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por sacos de ráfia
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por sacos de ráfia (pequenos volumes), em fardos ou bags (grandes volumes)
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por sacos de ráfia ou em fardos
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos
Solos	Eventualmente em pilhas e, preferencialmente, para imediata remoção (carregamento dos caminhões ou caçambas estacionárias logo após a remoção dos resíduos de seu local de origem)
Telas de fachada e de proteção	Recolher após o uso e dispor em local adequado
EPS (poliestireno expandido - isopor)	Quando em pequenos pedaços, colocar em sacos de ráfia. Quando em placas, formar fardos
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação de broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares (panos, trapos, estopas, etc.)	Seguir as instruções do fabricante na ficha de segurança da embalagem. Imediado transporte para o local de acondicionamento final

Adaptado de MATTOS (2013).

Após seu acondicionamento, os materiais são recolhidos e realocados em locais de acondicionamento final, ou armazenamento (COPEL, 2015). Esses, devem ter tamanho, quantidade e localização adequados, considerando o volume e características físicas dos resíduos aos quais irão servir de reservatório, preservando a qualidade dos resíduos para futura destinação e segurança dos operários. Além disso, a área de armazenamento deve facilitar a coleta, para resíduos destinados à tal fim. É importante ressaltar que, ao decorrer da obra, as soluções de destinação e acondicionamento poderão alterar (SINDUSCON-PR, 2020).

O Quadro 8 indica exemplos de armazenamento para tipos de materiais.

**Quadro 8** – Exemplos de acondicionamento final

TIPO DE RESÍDUO	ACONDICIONAMENTO FINAL
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Caçambas estacionárias
Madeira	Baias sinalizadas ou caçambas estacionárias
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações, etc.)	Bags sinalizados
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)	Bags sinalizados ou em fardos, mantidos ambos em local coberto
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames)	Baias sinalizadas
Serragem	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Caçambas estacionárias, respeitando condição de segregação em relação aos resíduos de alvenaria e concreto
Solos	Caçambas estacionárias, separados dos resíduos de alvenaria e concreto
Telas de fachada e de proteção	Disponer em local de fácil acesso e solicitar imediatamente a retirada ao destinatário
EPS (poliestireno expandido - isopor)	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos

Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação de broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares (panos, trapos, estopas, etc.)	Em baias devidamente sinalizadas e para uso restrito das pessoas que, durante suas tarefas, manuseiam estes resíduos
Restos de alimentos e suas embalagens, copos plásticos usados e papéis (refeitório, sanitários e áreas de vivência)	Cestos para resíduos com sacos plásticos para coleta convencional
Resíduos de ambulatório	Acondicionar em dispositivos conforme normas específicas

Fonte: Adaptado de Mattos, 2013.

Lembrando que, independente do modo de acondicionamento, é necessário a indicação do tipo de resíduo por meio do código de cores padronizadas, estabelecido pela Resolução CONAMA 275, de 25 de abril de 2001, conforme Figura 4.



**Figura 4 - Cores para correta separação dos resíduos**

Fonte: Lar Plásticos, 2020.

A última etapa do processo é a disposição final adequada dos resíduos. Segundo MATTOS (2013), as soluções de destinação correta destes materiais devem

aliar o compromisso ambiental e a viabilidade econômica, de modo a criar condições ambientalmente e economicamente sustentáveis, que permita a reprodução de tal metodologia por outros construtores.

Sobre isso, a cartilha do SINDUSCON-PR traz o uso do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). O MTR é um documento elaborado pelo gerador do resíduo, para o transporte destes até a sua destinação final correta (ambientes de tratamento, transferência, armazenamento ou disposição) (TARDELLI, 1995). Este documento tem como principal objetivo fazer um controle dos resíduos, através do fornecimento de um transporte e instalações de descarte adequados, além da criação de um histórico de dados sobre o assunto.

Ainda, a cartilha do SINDUSCON-PR propõe algumas soluções de descarte ideal para cada classe de resíduo, indicadas no Quadro 9.

Sobre o assunto, o artigo 10 da Resolução 307 do CONAMA cita que os resíduos Classe A devem ser reutilizados e reciclados, ou enviados a aterros adequados à tal classe. Porém, o descarte de resíduos Classes C e D não é especificada, sendo indicado apenas o armazenamento, transporte e destinação conforme normas técnicas específicas.

Quadro 9 – Soluções para descarte para cada classe de resíduo

Destinação	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
Reutilização no próprio canteiro	Reutilização no próprio canteiro	Reutilização no próprio canteiro	-	-
Reciclagem no próprio canteiro	Reciclagem no próprio canteiro	-	-	-
Aterros de resíduos classe A	Aterros de resíduos classe A	-	-	-
Aterros para resíduos industriais	-	Quando não houver outra alternativa	Descarte final	Descarte final quando o aterro for licenciado

Fonte: Cartilha SINDUSCON-PR, 2020

#### 2.4.7 Gestão de pessoas

Sabendo de sua relevância econômica e buscando ser um setor cada vez mais competitivo, a indústria da construção civil explora medidas de aperfeiçoamento do processo produtivo, de modo a elevar os índices de todos os fatores envolvidos. Porém, diferente de outras indústrias, a utilização da mão de obra humana e ferramentas manuais na construção civil é bastante intensa (LIMA, 1995; SILVA, 2018).

Segundo Costa (2011), o mercado de trabalho oferece poucas opções a pessoas sem qualificação; assim, a construção civil aparece como uma opção atrativa para esses casos. O setor, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2013), no primeiro trimestre de 2013, gerou cerca de 121 mil postos formais de trabalho.

Apesar da intensa adesão, este regime de emprego é marcado pela informalidade dos contratos de trabalho e pela instabilidade destes postos (COSTA, 2011). Aliando isto à contratação de operários pouco qualificados e condições precárias de trabalho, resulta-se em um ambiente particular, caracterizado, principalmente, por sua elevada rotatividade (TOMASI; OLTRAMARE, 2014).

“A produtividade na construção também tem sido tradicionalmente um fator de preocupação por parte do setor produtivo, pelos baixos índices de eficiência de mão-de-obra” (RODRIGUEZ, 1992, p. 2).

Apesar da atenção dada às novas tecnologias, métodos, processos e materiais, poucos recursos são aplicados na área humana da produção de edificações, configurando, além do elevado índice de rotatividade, desqualificação, alto grau de insatisfação dos operários e acidentes de trabalho (PICCHI, 1993; MUTTI, 1995).

Além das condições precárias de trabalho, podem-se destacar como responsáveis pelas características marcantes do setor os níveis salariais insuficientes, insalubridade e organização das atividades, resultando em operários desmotivados e pouco satisfeitos com o trabalho, trazendo reflexos significativos para a construção civil (MEDEIROS, 2002; TOMASI; OLTRAMARE, 2014).

“As pessoas, nas organizações, são talentos que precisam ser desenvolvidos e mantidos, visto que o capital intelectual é que possibilita à empresa atingir seus objetivos” (BORGES; BRANDÃO; MARINHO, 2010, p. 13). Ferreira e Zancul (2014), em

um estudo sobre as múltiplas iniciativas coordenadas a fim de aumentar a produtividade da construção civil, relatam que os entrevistados<sup>1</sup>, em sua totalidade, classificam a baixa qualidade da mão de obra como uma lacuna para o aperfeiçoamento dos projetos, aliado com a falta de métodos de gestão apropriados.

Apontados por diversos autores como um dos fundamentos de um Programa de Melhoria da Qualidade, os treinamentos são ferramentas essenciais para que as metas da empresa possam ser alcançadas de maneira acelerada e eficaz, podendo ser aplicado em diversos níveis, como treinos específicos para a função, conceitos e técnicas de gestão e formação para convívio em sociedade (MUTTI, 1995; PICCHI, 1993).

A capacitação ainda pode trabalhar com aspectos culturais, através da sedimentação de uma cultura, permite um maior controle de falhas, tanto técnicas como administrativas, e possibilita a melhoria de relacionamentos entre supervisores e subordinados (SILVA, 1994 apud MUTTI, 1995).

Segundo Chiavenato (2014), os treinamentos funcionam como ferramenta para desenvolver competências, a fim de torná-las mais criativas e inovadoras, aumentando sua produtividade e, conseqüentemente, contribuindo para o alcance dos objetivos organizacionais. O autor comenta ainda que essas características são alcançadas de modo que as informações lhe são dadas com finalidade de aperfeiçoar hábitos, e não apenas para que aprendam novas competências. Assim, a formação de um programa de treinamentos, além de visar a melhor atuação de um profissional, deve ser seguida de um processo educativo de formação dos indivíduos (FILHO, 1999).

Sobre isso, complementa Mutti (1995):

Treinar, educar, não se restringe apenas aos aspectos da técnica necessárias aos trabalhadores, para a consecução dos objetivos. Vai além disso. O trabalhador deve ser educado para a qualidade, para sua segurança, não só no trabalho, mas de um modo geral, e para sua valorização enquanto profissional. Todos estes aspectos trazem benefícios ao homem, ao trabalhador, e, conseqüentemente, às empresas.

Além da falta de qualificação dos operários, fatores como as condições precárias de serviço e o excesso de trabalho manual são desestimuladores, e não influenciam os funcionários a desprender esforços para desenvolvimento e permanecer na profissão (TOMASI; OLTRAMARE, 2014).

Com isso, a Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) aparece como abordagem que busca o equilíbrio entre indivíduo e organização, trazendo o funcionário como um ser completo, que possui necessidades físicas, psicológicas, sociais e intelectuais. Através desta ferramenta de gestão, as exigências e necessidades de ambos os lados são supridas, trazendo uma maior participação, integração e desenvolvimento do trabalhador, além de melhor desempenho e qualidade nos produtos e serviços da empresa (MEDEIROS, 2002).

Inicialmente, as bases de QVT eram direcionadas para melhorar o nível de bem-estar do trabalhador, porém sempre considerando o aumento de produtividade (KOVALESKI; PEDROSO; PILATTI, 2008). O enfoque destas ferramentas, na década de 70, foi direcionado para que, além da produtividade, o interesse e identificação com o serviço fosse despertado no funcionário, aliados ao sentimento de pertença e orgulho (KIERNAN; KNUTSON, 1990).

Ainda, fatores como jornada justa de trabalho, adequação do ambiente de trabalho, sistemas de compensações que valorizem o trabalho são fatores de influência que também podem ser relacionados à QVT (PILATTI, 2007).

É necessário atentar-se que funcionários que possuem qualidade em suas vidas são indivíduos mais estimulados e comprometidos com seu trabalho (MEDEIROS, 2002), onde o trabalhador deve usufruir de bons sentimentos relacionados a suas atividades e ao retorno que elas proporcionam (KOVALESKI; PEDROSO; PILATTI, 2008).

A Empresa 1, construtora do ramo de engenharia civil localizada no município de Pato Branco, desenvolve um trabalho diferenciado na questão de gestão de pessoas em canteiros de obra, em conjunto com alunos do curso de Psicologia de uma instituição da cidade. O projeto, através de levantamento de necessidades e avaliações de demanda, visa a valorização profissional e o bem-estar dos operários, a fim de tornar o canteiro de obras um ambiente de trabalho mais saudável.

Entrevistado 1, engenheiro civil e gestor da construtora, afirma:

Acredito que somos movidos pela empatia e pela sensibilidade ao próximo. O capital social é realmente muito importante, e na Empresa 1 nossos funcionários tem a mesma importância que nosso cliente. Nosso projeto é uma questão mais empírica e de sensibilidade, onde trabalhamos com valores para fornecer qualidade de vida de quem trabalho conosco.

Nos canteiros da construtora, bases científicas são seguidas, buscando atender as NRs. Como diferencial, realizou-se um trabalho em cima da comunicação entre os operários e problemas familiares, demandas identificadas no canteiro de obra em questão.

O programa, explica o Entrevistado 2, abordava os temas conflitantes através de dinâmicas entre os funcionários, a fim de favorecer a comunicação entre eles, e estabelecer um vínculo e afeto, evitando o uso de apelidos e rótulos e auxiliando para um melhor clima organizacional.

Além disso, uma vez por mês eram realizados encontros com as companheiras, como modo de melhorar o relacionamento familiar, fazendo com que os trabalhadores se sentissem bem, e isso refletisse no ambiente de trabalho.

Entrevistado 1 comenta que reflexo deste trabalho com o capital social da empresa, é a obtenção de um ambiente de trabalho mais saudável, funcionários com boa vontade em servir, além de menor ocorrência de retrabalho, tornando-o, se necessário, um processo menos traumático.

Tornar o meio um ambiente que forneça bem estar aos funcionários, além de guiar, motivar e influenciar pessoas, são características de um líder, sendo esses os maiores desafios da liderança (FRÓES, 2019). Para Silva (2018):

O bom líder na gestão de pessoas é o agente responsável por conduzir a sua equipe as metas da organização, desenvolvendo as competências dos liderados, conhecendo os seus fatores motivacionais e suas necessidades, melhorando a produtividade de seus colaboradores para alcançar os melhores resultados dentro da empresa.

Sobre o tema, Lantelme (1994) traz um quadro (Quadro 10), comentando sobre os principais problemas e maneiras de percepção destes para a função humana dentro de canteiro de obras.

Com isso, entende-se as vantagens de qualificar o trabalhador, e oferecer qualidade de vida social, intelectual e econômica (MUTTI, 1995). "Empresas não tem sucesso, pessoas sim, são as pessoas e suas relações que fazem as empresas serem bem-sucedidas ou quebrar" (CRISÓSTOMO, 2008).



**Quadro 10** – Percepção de problemas relacionados ao fator humano

PROBLEMAS	INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de qualificação do trabalhador;</li> <li>• Falta de motivação;</li> <li>• Pequeno vínculo com a empresa;</li> <li>• Acidentes de trabalho;</li> <li>• Más relações empresa empregado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SEGURANÇA:</b> taxa de frequência de acidentes, taxa de gravidade, índice de acidentes;</li> <li>• <b>VÍNCULO:</b> índice de rotatividade, tempo médio de permanência no emprego, número de desligamentos, índice de absenteísmo;</li> <li>• <b>MOTIVAÇÃO:</b> número de reclamações trabalhistas, índice demotivação;</li> <li>• <b>QUALIFICAÇÃO:</b> número de horas de treinamento, investimento em treinamentos, fração de instrução da mão de obra;</li> <li>• <b>RELAÇÃO EMPRESA-EMPREGADO:</b> remuneração média mensal, valor dos salários, horas extras, reclamações trabalhistas.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Lantelme, 1994.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho teve como objetivo estudar ferramentas e técnicas para redução dos impactos gerados pelo canteiro de obras, entendendo quais são suas intenções e métodos de aplicação. Para isso, realizou-se a revisão de conceitos como sustentabilidade, canteiro de obra e seus elementos, impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela construção civil e ferramentas utilizadas para mitigar tais efeitos.

Entre as ferramentas e técnicas existentes, deu-se atenção as mais indicadas e utilizadas no cenário de um canteiro de obras de edificações residencial/comercial de múltiplos pavimentos, localizados em área urbana, que contêm, sobre tudo, alguma importância dentro do tema sustentabilidade.

De acordo com a abordagem, o estudo pode ser classificado como qualitativo; Fachin (2001) comenta que essa abordagem relaciona aspectos definidos descritivamente. Para Godoy (1995), possibilita a análise do fenômeno de maneira integrada, onde todas as vistas relevantes são consideradas.

Em relação aos procedimentos técnicos adotados, definiu-se pela utilização, em sua maioria, da pesquisa bibliográfica, que de acordo com Gil (2002), consiste na pesquisa baseada em materiais já elaborados, permitindo um estudo mais amplo sobre os fenômenos.

Foram utilizados documentos, normas e manuais, que contêm as diretrizes básicas de um canteiro de obra. Para as soluções sociais, foram utilizados pesquisas e estudos de caso relativos ao tema, além de entrevistas em uma construtora.

A entrevista foi conduzida de maneira informal, realizada através de plataformas *on-line*, em reuniões previamente agendadas junto aos responsáveis, que possuíam considerado grau de envolvimento com o processo de planejamento e gestão da obra. Por conveniência, optou-se por selecionar empresas de representatividade no setor e na região pesquisada, onde já era conhecido a utilização de ferramentas citadas no referencial teórico, a fim de perceber as possíveis melhorias constatadas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, foram apresentados métodos e técnicas que visam a redução de impactos negativos (ambientais, sociais e econômicos) gerados em canteiro de obras, identificados no Capítulo 2. Ainda, explicar de qual forma as ferramentas são aplicadas no canteiro e as vantagens em relação a mitigação de impactos elas podem trazer.

### 4.1 DECISÕES PRÉ CANTEIRO DE OBRA

Antes de dar início a uma construção, é prudente realizar o planejamento de todas as atividades envolvidas no processo, compreendendo todo o ciclo de vida da edificação. Optar por um modelo construtivo mais consciente e sustentável impacta em decisões tomadas nesta etapa, envolvendo escolhas e organização de atividades.

Como visto no Capítulo 2, a escolha do uso de projetos sustentáveis, filosofias enxutas, *softwares* e equipamentos são decisões de planejamento que impactam diretamente na efetividade de um processo construtivo que traga menos danos à sociedade.

Para que este planejamento e introdução de novas técnicas seja efetivo, é fundamental que líderes dentro da empresa estejam em concordância, de modo a inspirarem através do exemplo a adoção de novas práticas, tornando-as parte de uma nova cultura da empresa. Assim, independente de cargos, todos os colaboradores entenderão os motivos da implementação de novas ferramentas de trabalho, tornando, à longo prazo, algo natural.

A implementação da nova cultura, aliada com a liderança e boa comunicação, auxilia no entendimento de tais mudanças estarem acontecendo e fomenta o sentimento de pertença, fazendo com que os funcionários se identifiquem com o sistema de trabalho proposto, fazendo-o ser melhor aceito e cumprido.

#### 4.1.1 Uso de projetos sustentáveis

A utilização de projetos sustentáveis é um fator determinante em todo o ciclo de vida da edificação, visto que é nessa etapa que ocorrem as principais decisões sobre métodos construtivos, materiais a serem utilizados, estudos sobre exigências (sociais, ambientais, econômicas), critérios de projetos que podem ou não seguir indicadores de desempenho frente à sustentabilidade, entre outros.

Relacionada com a implementação de projetos sustentáveis, a adoção de uma nova cultura pode facilitar em casos onde há a presença de diversos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos, visto que, mesmo o trabalho sendo estratificado, a essência de projetar um ambiente não natural que respeite os três âmbitos da sustentabilidade estará presente.

Para implantação dessa nova forma de projetar, é necessário reunir informações sobre edificações sustentáveis, e analisar quais técnicas podem ser aplicadas à realidade da organização, verificando as principais falhas nos projetos e de que forma podem ser alteradas, com os recursos disponíveis.

Esse estudo pode servir de base para os próximos projetos a serem executados, através de informações que evidenciem as implicações e auxiliem na inclusão de novos requisitos (arquitetônicos, materiais, métodos construtivos).

Outra ferramenta para auxiliar na execução de projetos sustentáveis é a adoção de normas e manuais que esquematizem a busca por certificações. Por mais que este não seja o objetivo, através dos requisitos é possível ter uma base de requisitos de sustentabilidade a serem seguidos.

#### 4.1.2 Uso de metodologia BIM

Entende-se por *Building Information Modeling* (BIM) a filosofia de construção integrada, através de ferramentas digitais, que engloba vários profissionais, etapas e dados de uma edificação. Como visto no item 2.4.4, os modelos digitais em BIM podem incluir, além de representações 2D e 3D, diversos parâmetros que auxiliam na redução de perda de informações, retirada de dados e identificação de divergências, aumentando a produtividade e trazendo mais qualidade aos serviços prestados.

As ferramentas BIM trabalham com insumos que incentivam a multidisciplinaridade, e considera-se desperdício quando são utilizadas apenas na

etapa de modelagem, pois as atividades não utilizam a capacidade total dos *softwares*. Para auxiliar na comunicação entre os *stakeholders*, existem dispositivos que permitem a troca de informações através dos próprios modelos, evitando a perda de dados e diminuindo a incidência de retrabalhos por erros de leituras.

Sendo assim, é fundamental que, ao determinar a inserção desta metodologia em uma empresa, realize-se um levantamento de interesses, a fim de decidir quais etapas serão englobadas pelo novo sistema. Por exemplo, se serão substituídos apenas os *softwares* de modelagem, ou a filosofia BIM fará parte das etapas de orçamentos, quantificação e gestão dos projetos e da obra.

Para que as alterações de sistemas sejam efetivas, é necessário um responsável qualificado para auxiliar na capacitação de todos os envolvidos nos processos, em termos de uso dos novos *softwares*, cultura e comportamento da equipe. Quanto mais etapas forem envolvidas no processo de mudança, maior deverá ser a capacidade técnica (em relação ao sistema BIM) do responsável por realizar as alterações necessárias na cadeia produtiva.

Visto isso, e sabendo que uma das vantagens do BIM é a integração entre áreas e profissionais, recomenda-se a formação de um grupo de pesquisa, formada por responsáveis das áreas a serem impactadas, de modo a entender como funciona este novo modelo e todas as suas funcionalidades, tornando a alteração de sistema ainda mais vantajosa. Caso não seja possível, recomenda-se realizar a inserção gradativa da metodologia, onde a carga técnica do responsável é diminuída, possibilitando o aperfeiçoamento ao longo do tempo, conforme necessidade.

Outra opção é a contratação de empresas terceirizadas; nestas empresas, existem opções de treinamentos, consultorias, serviços de modelagem e até gestão dos projetos através da metodologia BIM.

A implementação dessa metodologia deve ser pensada e bem planejada, visto que as ferramentas tecnológicas possuem um valor financeiro considerável, além da necessidade de capacitar os profissionais envolvidos, sendo necessário um tempo para adaptação.

Porém, é importante que esse planejamento seja bem estruturado e entendido por todos os envolvidos, principalmente cargos da alta gestão, a fim de proporcionar a aplicação de insumos para eficácia da metodologia, evitando que algum ponto importante seja desconsiderado e acabe prejudicando o processo.

Além de facilitar o desenvolvimento de atividades do escritório, como projetos, quantitativos e orçamentos, os *softwares* BIM possibilitam a visualização tridimensional compatibilizada da edificação, auxiliando na identificação de falhas e em dúvidas que surgirem durante a etapa de execução da obra. Os modelos digitais podem ser utilizados em canteiro de obra, facilitando a comunicação com o escritório e evitando o desperdício com pranchas e manuais utilizados para detalhamentos.

#### 4.1.3 *Lean Construction*

Como já visto no Capítulo 2 deste trabalho, a aplicação da metodologia enxuta, ou *Lean Construction*, não é momentânea, sendo necessário um planejamento prévio para sua efetividade. Sua aplicação visa a eliminação de desperdícios de diversas origens (de tempo, dinheiro, mão de obra, recursos, materiais), tornando os processos mais produtivos e trazendo mais qualidade ao produto final.

No cenário de canteiro de obras, onde culturalmente a mão de obra possui características marcantes como baixa escolaridade, falta de conhecimento técnico e falta de recursos tecnológicos, entende-se que algumas teorias não podem ser aplicadas. Por isso, tão importante quanto à implantação de uma produção enxuta, é necessário o comprometimento da alta gerência e treinamento dos funcionários envolvidos em tal etapa da edificação, tópico a ser comentado no item 4.3.3.

O primeiro passo para a implantação desta nova metodologia, com base no estudo de Tonin e Schaefer (2013), é o diagnóstico dos aspectos falhos do processo. Esse estudo deve ser realizado através da caracterização do ambiente, envolvendo tanto a gerência quanto os funcionários que atuam em canteiro de obras.

Para a realização desta análise, utiliza-se dois métodos: ficha de avaliação e observação direta. A Ficha de Avaliação é um formulário com questões referentes ao sistema *Lean Construction* na obra, que podem ser respondidas com "Sim" ou "Não". As respostas são convertidas em escala de nota, que varia de 0 a 3, onde 3 representa a maior nota e a plena aplicação da metodologia *Lean*, e 0, a menor nota, significa um processo negligenciado. Um exemplo de Ficha está apresentada no Quadro 11.

**Quadro 11** – Questionário para análise de canteiro de obras para *Lean Construction*

PRINCÍPIO	QUESTÕES
Redução de atividades que não agregam valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais atividades não agregam valor à minha obra?</li> <li>• Meu canteiro de obra está organizado para evitar perdas?</li> <li>• Posso os equipamentos corretos para auxiliar na movimentação de materiais?</li> </ul>
Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe um sistema de gestão da qualidade? Se sim, é efetivo?</li> <li>• É realizado um pós-venda, como pesquisa de satisfação dos clientes?</li> </ul>
Redução da variabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São realizados treinamentos da mão de obra?</li> <li>• Existe padronização dos processos executivos?</li> </ul>
Redução do tempo de ciclo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É possível aliar execuções de atividades paralelamente?</li> <li>• Faz uso de mão de obra reduzida, através de pequenas equipes?</li> </ul>
Simplificação do processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza-se serviços terceirizados?</li> <li>• Os funcionários conseguem realizar atividades com diferentes finalidades?</li> </ul>

Aumento da flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os softwares disponíveis possibilitam a flexibilização dos projetos?</li> <li>• Existe um prazo destinado para as alterações?</li> </ul>
Aumento da transparência do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No meu canteiro de obras, existe comunicação visual (placas, avisos)?</li> <li>• Existem reuniões para repasse de alterações de cronograma?</li> </ul>
Foco no controle dos processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe um planejamento de todo o ciclo de vida da obra?</li> <li>• Existem práticas de adaptação de planejamento e cronogramas ao decorrer da obra?</li> </ul>
Trabalho com melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São realizados encontros de equipes para discutir pontos e resolver situações?</li> <li>• Incentiva-se a padronização de processos?</li> </ul>
Balançamento das melhorias entre fluxo e conversões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe um cuidado com perda de processos, materiais e tempos?</li> <li>• Em obra, existem inovações tecnológicas compatíveis?</li> </ul>
Realização de <i>benchmarking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe uma procura por novos métodos e técnicas?</li> <li>• Existe o reconhecimento de pontos passíveis de melhoria dentro dos processos?</li> </ul>



Para conversão dos resultados em uma nota, utiliza-se as fórmulas:

$$IPi = \left(\frac{PO}{PP}\right) X 100 \quad (1)$$

Onde:

IPi = Indicador por Princípio

PO = Pontos obtidos

PP = Pontos possíveis

O segundo método, observação direta, consiste na observação dos onze princípios na própria obra, fazendo também o registro fotográfico (a fim de facilitar a documentação) e uma análise geral do clima e organização do canteiro de obras.

Assim, através das notas e observações, entende-se quais processos possuem falhas, facilitando a construção da proposta de implantação da filosofia *Lean* que seja efetiva na empresa avaliada.

Para um maior entendimento e adesão dos funcionários neste processo, é indicado que os 11 princípios de Koskela (1992) sejam apresentados à empresa, de modo a identificar quais deles são ou deveriam ser utilizados no canteiro de obra. Essa etapa segue a proposta de Kurek et al. (2013).

Alguns pontos de análise para alteração podem ser encontrados no Quadro 12, ligados à cada um dos princípios do pensamento *Lean*.

**Quadro 12** – Implementação da metodologia *Lean* em canteiro de obras

PRINCÍPIO	PONTOS DE OBSERVAÇÃO
Redução de atividades que não agregam valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de um <i>layout</i> do canteiro de obras;</li> <li>• Adoção de equipamentos que facilitem o trabalho.</li> </ul>
Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoção de sistemas de gestão da qualidade;</li> <li>• Realização de pós-venda.</li> </ul>

Redução da variabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronogramas de treinamentos;</li> <li>• Novos métodos de controle e monitoramento das atividades.</li> </ul>
Redução do tempo de ciclo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de processos em tempos de ciclos menores;</li> <li>• Planejamento e controle em ciclos menores.</li> </ul>
Simplificação do processo produtivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de elementos pré-fabricados;</li> <li>• Terceirização de processos.</li> </ul>
Aumento da flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de <i>softwares</i> integrados;</li> <li>• Utilização de métodos construtivos que facilitem alterações.</li> </ul>
Aumento da transparência do processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação de métodos de comunicação em canteiro de obra;</li> <li>• Respeito ao <i>layout</i> proposto para o canteiro;</li> <li>• Atualização do cronograma físico, permitindo que todos visualizem o progresso ou estagnação dos processos.</li> </ul>
Foco no controle dos processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parceria com fornecedores e controle de qualidade destes, possibilitando a identificação da cadeia de valor do produto.</li> </ul>
Trabalho com melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de procedimentos de ações preventivas e corretivas;</li> <li>• Implementação do PBQP-H.</li> </ul>
Balanceamento das melhorias entre fluxo e conversões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeamento de processos, para melhoria dos fluxos.</li> </ul>

Realização de <i>benchmarking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo amplo dos processos da empresa, para melhor entendimento;</li> <li>• Abertura para implementação de novas práticas.</li> </ul>
-----------------------------------	--

Fonte: Autoria Própria (2020)

A estratégia elaborada dá insumos para a implantação de novas práticas que visem processos mais eficientes e melhorem a organização do canteiro de obras como um todo. Porém, além do planejamento, é necessário um controle das mudanças e os resultados que cada uma proporcionou no ciclo de vida da edificação. Esse controle deve ser contínuo, e possibilita novas análises, permitindo uma atualização no planejamento e a melhora contínua dos processos.

A filosofia *lean* serviu de base para o desenvolvimento de teorias e ferramentas, com a metodologia BIM. Acredita-se que a correlação entre estas duas filosofias e aplicação destas na indústria da construção civil possibilita um gerenciamento eficiente de recursos e informações.

## 4.2 ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO

A etapa de organização do canteiro de obras é fundamental para proporcionar qualidade e produtividade dentro de uma construção, onde, através do planejamento, reduz as chances de imprevistos ocorrerem, proporciona um ambiente mais seguro e confortável de trabalho e evita o desperdício.

Por ser um ambiente que fornece condições para realização de um empreendimento, o planejamento deve ser pensado de forma a envolver diversas variáveis durante o ciclo de vida da construção, a fim de cumprir com seu objetivo.

Como visto no Capítulo 2, a definição de *layouts* é o planejamento da logística de todas as instalações, materiais e funcionários, de forma a evitar imprevistos ou antecipar soluções, trazendo mais qualidade para o ambiente de trabalho e evitando gastos desnecessários. Levando em conta a referência de Saurin e Formoso (2006), este planejamento deve ser feito da seguinte forma:

### 4.2.1 Diagnóstico dos canteiros de obra existentes

A fase de diagnóstico tem como função gerar insumos para análises do que acontece em obra, levantar as particularidades e os possíveis pontos de melhoria. O diagnóstico pode ser realizado da seguinte forma:

- Preenchimento da lista de verificação, pré-elaborada, identificando quais elementos preenchem os requisitos de qualidade determinados por norma, e quais necessitam de adaptação. A visita para observação desses pontos deve ser realizada sem pressa, e com atenção para o seu correto preenchimento, fornecendo veracidade aos dados coletados. É importante também que, caso o observador não seja funcionário da empresa ou da obra em questão, seja informado aos responsáveis do canteiro a necessidade da visita e das anotações e de que forma elas irão ocorrer.
- Durante a visita para preenchimento da lista, é interessante realizar o registro fotográfico dos ambientes e elementos do canteiro. Esses registros servem para defender os pontos indicados na lista, e também auxiliar na observação de detalhes que podem passar despercebidos durante a visita. Segundo a referência, os principais pontos de registro são: locais de armazenamento (de areia, blocos cerâmicos, cimento), locais de depósito de materiais, locais de trânsito de veículos e funcionários, áreas de vivência, sistemas de proteção coletiva e fechamentos.
- Elaboração de croquis de todos os pavimentos necessários para a compreensão dos fluxos e alocação de elementos (subsolo, térreo, pavimentos comerciais e pavimento tipo, por exemplo). Estes croquis devem ser baseados no projeto arquitetônico, levando em consideração os itens descritos no item 2.4.3.1. Para esse levantamento de informações, é interessante que os funcionários da própria obra sejam consultados, para entender os principais conflitos que acontecem no dia-a-dia e colher sugestões para melhoria. Para essa etapa, os registros fotográficos podem auxiliar, de modo que os croquis fiquem mais fiéis à realidade.

Como resultados destas etapas, obtêm-se a identificação de alguns padrões existentes (positivos ou negativos), assim como as deficiências mais comuns que

necessitam de intervenções, dando insumos para justificar as decisões tomadas nas próximas fases da organização do canteiro de obras.

#### 4.2.2 Padronização

A fase de padronização tem como função a definição de padrões a serem seguidos na fase de planejamento. Para execução deste detalhamento, indica-se:

- Para um trabalho contínuo, realiza-se uma reunião para fechamento da etapa de diagnóstico. Nesta reunião, com a presença de cargos da gerência, engenheiros e mestres de obra, apresenta-se os resultados obtidos da etapa anterior, permitindo a discussão dos resultados e problemas encontrados. Neste mesmo momento, é interessante que sejam levantadas soluções para as falhas apresentadas e pontos que devem ser prioritários no planejamento.
- Na mesma reunião, devem ser definidos os participantes da equipe de padronização. A função dessa equipe é definir alguns padrões a serem aplicados, usando como base, principalmente, quatro pontos: capacidade técnica e financeira da empresa, estratégia de produção, *benchmarks* e os requisitos da NR-18. Indica-se a elaboração de um manual de padrões, formado pelo agregado de manuais de etapas menores da obra, redigido em linguagem simples e objetiva e com o uso de figuras.
- Após a elaboração dos manuais, aplica-se a técnica do 5W2H (o que?, quem?, quando?, onde?, por que?, como?, quanto custa?) para cada padrão considerado prioritário, de modo a estabelecer um plano de implantação e controle da padronização no canteiro de obras em questão.
- Para facilitar a disseminação e implantação dos padrões, indica-se a realização de reuniões com os demais funcionários que não fazem parte do grupo de padronização, de modo a divulgar o plano de implantação e explicar as técnicas a serem utilizadas. Além disso, a análise periódica dos resultados é indicada para realizar alterações no manual sempre que se julgar necessário.

### 4.2.3 Planejamento

O planejamento do canteiro em si deve compreender cinco etapas principais (análise preliminar, arranjo físico geral, arranjo físico detalhado, detalhamento das instalações e cronograma de implantação), detalhadas no Capítulo 2.4.3.3.

Esse planejamento deve ocorrer através de análises dos projetos existentes, encontrando a melhor forma de utilizar o espaço, mão de obra e materiais disponíveis. É interessante que não exista apenas um *layout*, e que esse planejamento seja alterado ao decorrer do ciclo de vida da obra, adaptando-se conforme necessidades.

Essa organização promove uma maior qualidade do ambiente de trabalho, proporcionando mais segurança e conforto aos operários. Além disso, com a predefinição da disposição dos ambientes e maquinário, evita-se o desperdício de tempo e de recursos, por meio da minimização de distância, melhor organização dos materiais e maior controle de estoques.

Quanto mais canteiros de obras forem sendo planejados, mais informações são obtidas para a análise preliminar, formando uma espécie de banco de dados. Esses dados vão tornando a padronização cada vez mais rotineira e fácil de ser executada, através das análises de padrões e características em comum nos canteiros.

### 4.2.4 Manutenção

Tão importante quanto a elaboração da padronização das instalações, a fase de acompanhamento e manutenção tem como função realizar uma análise contínua dos resultados, de modo a entender quais práticas foram efetivas, e quais precisam ser readequadas. Para realizar essa fiscalização, segundo (SAURIN; FORMOSO, 2006), são indicadas:

- Realizar visitas semanais ao canteiro de obra, dando atenção aos pontos críticos e registrando as alterações. É importante que as visitas de avaliação não sejam pré-agendadas, e sejam realizadas por profissionais que não estejam ligados diretamente à obra, a fim de oferecer maior imparcialidade aos resultados.
- Listar os itens do canteiro que devem ser acompanhados e estabelecer

critérios para avaliação do cumprimento de tais. Os itens a serem observados são resultados das etapas de padronização e planejamento. A Figura 5 traz um exemplo de *checklist* a ser utilizado na avaliação da limpeza do canteiro.

Boas práticas	Sim	Não	Não se aplica
1) As paredes dos barracos estão limpas, sem restos de argamassa ou qualquer outro tipo de sujeira visível			
2) Inexiste água empoçada em locais de circulação			
3) Os banheiros estão limpos e não exalam mau cheiro para as instalações vizinhas			

**Figura 5 - Exemplo de checklist de limpeza do canteiro**

Fonte: Saurin e Formoso, 2006.

É importante lembrar que os requisitos das listas e *checklist* devem ser alterados sempre que o critério já estiver incorporado ao dia a dia do canteiro, utilizando medidas mais exigentes.

- Repassar os dados obtidos para todos os envolvidos, de maneira clara e objetiva. Para obter um resultado mais visual e facilitar a interpretação, é possível enquadrar as respostas obtidas em faixas de desempenho, com uso de cores. Seguindo o exemplo de avaliação da limpeza do canteiro, uma sugestão de faixa de desempenho seria:
  - Nota de 0 a 5 = faixa vermelha
  - Nota de 5,1 a 8,0 = faixa laranja
  - Nota de 8,1 a 10,0 = faixa verde

Ao visualizar o resultado, mesmo que de relance, é possível identificar facilmente como está o desempenho do canteiro em determinado critério. As Figuras 6 e 7 apresentam exemplos de representação dos resultados.



Figura 6 - Exemplo de quadro de apresentação de resultados  
Fonte: Saurin e Formoso, 2006.



Figura 7 - Exemplo de quadro de resultados  
Fonte: Saurin e Formoso, 2006.

#### 4.3 GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS

Neste item, serão comentadas práticas para uma gestão sustentável de recursos como materiais, resíduos e mão de obra.



#### 4.3.1 Elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um documento elaborado pelas empresas, que indica a quantidade e natureza dos resíduos gerados através de suas atividades, e orienta para utilização de práticas que sejam ambientalmente corretas, desde a produção até a disposição final desses resíduos.

Para elaboração deste documento, é necessário seguir alguns passos (SEBRAE, 2005; SINDUSCON-PR, 2020;):

1. Durante a etapa de obras, todos os resíduos gerados em canteiro de obra deverão ser classificados, de acordo com a ABNT NBR 10.004/04, conforme sua origem e riscos ao meio ambiente e saúde pública. Caso não seja possível fazer a classificação, utilizar memoriais descritivos ou orçamentos de obras de porte semelhante. O Quadro 13 traz um exemplo de resíduos gerados por etapas da obra.

**Quadro 13** – Resíduos gerados por etapa de uma obra

FASE DA OBRA	TIPO DE RESÍDUO GERADO
Limpeza do terreno	Solos, rochas, vegetação, galhos
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto, agregados, madeira
Fundações	Solos, rochas
Superestrutura	Concreto, agregados, madeira, ferro, fôrmas plásticas
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa, papel, plástico
Instalações	Blocos cerâmicos, pvc, conduítes, fios
Reboco	Argamassa
Revestimentos	Pisos, azulejos, madeira, papel, papelão, plástico
Pintura	Tintas, vernizes, texturas
Coberturas	Madeira, telhas

Fonte: Adaptado de Valotto, 2007.

2. Com as informações obtidas na etapa anterior, é possível dimensionar a quantidade de cada tipo de resíduo gerado, facilitando a organização do arranjo físico do canteiro em relação ao armazenamento temporário e final

- de cada classe de material, assim como os acessos e fluxos internos. Os materiais descartados deverão ser armazenados separadamente de acordo com as cores padrão para cada tipo de resíduo, indicadas no Capítulo 2.
3. Incentivar a minimização dos resíduos, através de informativos e explicações, e descrever os procedimentos necessários para que tal prática ocorra;
  4. O transporte dos resíduos deverá ser realizado por empresas cadastradas em órgãos competentes, sempre que o local de armazenamento atingir 3/4 da sua capacidade total. Para isso, será necessária a emissão de um documento chamado Controle de Transporte de Resíduos (CTR), que comprova que os materiais descartados terão uma destinação correta, evitando o descarte ilegal de resíduos.
  5. A destinação final dos resíduos também varia em função da classe. De maneira geral:
    - Os resíduos oriundos da etapa de limpeza do terreno e fundações (solos, rochas) podem ser utilizados em reaterros ou aterros;
    - Blocos cerâmicos, argamassa, pisos e azulejos cerâmicos podem ser utilizados na fabricação de agregados;
    - Madeiras podem ser utilizadas como formas, escoras e travamentos, ou como lenha;
    - Materiais utilizados nas instalações (pvc, fios, conduítes), restos de embalagens e lixo do escritório (papel, papelão, plástico) devem ser enviados para reciclagem;
  6. A destinação final dos resíduos também varia em função da classe. De maneira geral, os resíduos classe A devem ser transportados para áreas de reciclagem, áreas de triagem ou aterros da Construção Civil. Os RCC classe B podem ser utilizados como combustíveis para fornos e caldeiras, ou comercializados com cooperativas de coleta seletiva. Já para destinação dos resíduos classe C e D, é necessário o envolvimento dos fornecedores para destinação dos mesmos. O Quadro 14 mostra alternativas para destinação de alguns materiais.

**Quadro 14** – Destinação para alguns tipos de RCC

TIPO DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO
Blocos, argamassas, cerâmicas e assemelhados	Áreas de transbordo e triagem, reciclagem ou aterros licenciados
Madeira	Cooperativas ou associações de reciclagem
Plásticos, papelão, metal	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva
EPS (isopor)	Possível destinação para empresas que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos
Materiais ou instrumentos contaminados por resíduos perigosos	Encaminhar para aterros licenciados

Fonte: Adaptado de Lima e Lima (2012).

Ao fim, é possível obter-se um material de base para organizar os resíduos e dar a eles uma destinação correta. O PGRS pode também fornecer metas de trabalho, como redução de quantidades ou envio correto de materiais. Para colocar esse programa em prática, é importante que todos os envolvidos entendam e saibam sua função no processo. Para isso, recomenda-se a realização de treinamento da mão de obra, a ser tratado no próximo item.

#### 4.3.2 Valorização da mão de obra

O uso intensivo e indispensável da mão de obra é um fator característico da construção civil, sendo indispensável a sua gestão para obtenção de bons resultados em canteiro de obras. Porém, essa indústria é caracterizada por oferecer condições precárias de trabalho, sem expectativa de crescimento e aperfeiçoamento pessoal.

Através da busca por métodos de melhoria do processo produtivo, entende-se que a gestão de pessoas contribui para o cuidado com os funcionários, através de motivação e recompensas, auxiliando, assim, para melhoria da qualidade do ambiente e das atividades desempenhadas. Isso ocorre, na teoria, impulsionando a redução de desperdícios e custos, diminuição da rotatividade de funcionários, cumprimento de prazos durante execução de obra, entre outros.

Isso ocorre em casos onde entende-se a importância de cada profissional, independente de cargos, e demonstra-se o interesse para que todos invistam seu tempo, conhecimento, capacidades e habilidades, gerando um sentimento de pertença aos processos e resultados gerados.

Visto que é característico da construção civil a contratação de funcionários que, muitas vezes, aceitam a oportunidade de emprego por falta de opção, é fundamental para motivação destes profissionais uma orientação e modelagem do trabalho. Essa atividade visa alocar funcionários em determinadas funções, deixando clara a sua função e objetivos de suas atividades dentro do processo da edificação, definindo os resultados aos quais devem ser atingidos.

Essa delimitação de cargos pode facilitar o processo de avaliação, e disponibilizar um plano de crescimento dentro de determinadas áreas, fazendo com que os funcionários se sintam motivados a atingir outras funções. Além disso, a orientação de serviços reduz a insegurança e ansiedade das pessoas, fazendo com que se sintam úteis à equipe.

Sabe-se que o grau de engajamento das pessoas com sua função é proporcional ao grau de reciprocidade que ela propõe; assim, entende-se que um sistema de recompensas é capaz de aumentar o engajamento dos funcionários. Essa recompensa pode ser de forma financeira ou bem-estar, utilizada como maneira de não apenas seguir ordens, mas tomar iniciativas que melhorem os resultados.

Outro processo que incentiva a participação das pessoas é o desenvolvimento. Esse desenvolvimento, pessoal ou profissional, trabalha de modo a oferecer oportunidades de estudo de novas atitudes, práticas e soluções, tornando o funcionário mais eficaz no papel que desempenha. Esse desenvolvimento pode ser oferecido em forma de debates, *workshops* e, principalmente, treinamentos.

Esses momentos funcionam como uma via de mão dupla, onde há um investimento no capital humano da empresa, tornando-as mais criativas, eficientes e inovadoras, trazendo resultados positivos para a organização.

Por meio das técnicas citadas, aliadas ao cuidado com higiene, segurança e qualidade de vida, é possível tornar a relação entre funcionário e empresa mais saudável. Dessa forma, perder esse funcionário significa perder investimentos e recursos que foram utilizados para desenvolvê-lo. Entende-se, então, a importância de enraizar tais culturas, de modo a manter pessoas.

### 4.3.3 Treinamentos

A realização de treinamentos da mão de obra da construção civil pode ter diversas finalidades. Para que ocorram de maneira efetiva e organizada, é necessário um planejamento com base em algumas etapas.

Para iniciar o planejamento dos treinamentos, indica-se uma pesquisa de perfil dos funcionários (idade, alfabetização, função) e um levantamento de interesses, tanto da mão de obra, quanto de funções gerenciais da empresa.

Com os dados obtidos, é possível determinar algumas premissas:

- Existem falhas pontuais rotineiras em alguma etapa dos processos? Exemplo: erro na execução da alvenaria, dificuldade em leitura de projetos, organização do almoxarifado.
- Qual será o objetivo do treinamento? Exemplo: implementação de alguma técnica ou equipamentos que necessite de treinamento específico, redução da geração de resíduos, motivação dos funcionários, organização do canteiro, segurança no trabalho, primeiros socorros.
- Quais métodos podem ser utilizados? Exemplo: filmes, teatros, cartazes, manuais, maquetes, materiais próprios da construção civil.
- Em que local esses treinamentos irão ocorrer? Exemplo: num ambiente próprio no canteiro de obras, em uma sala reservada.
- Qual será a duração desse treinamento? Exemplo: será contínuo ou até resolver um determinado problema específico?
- Qual será a duração das aulas? Exemplo: Qual horário terá maior adesão e interesse, quanto tempo de treinamento por dia.
- Quem irá ministrar os treinamentos? Exemplo: alguém interno ou externo à empresa, sempre o mesmo responsável ou pode variar de acordo com o tema.

O resultado dessa etapa será muito particular, variando de acordo com os interesses de cada empresa. É muito importante que essas informações sejam bem definidas, para que o treinamento seja assertivo.

Após a obtenção das diretrizes, é possível realizar o planejamento propriamente dito dos treinamentos. Nesse planejamento, serão determinados quais os temas abordados nas aulas, os materiais que precisam ser elaborados, definição

de datas e horários e profissionais responsáveis por cada aula, criando, assim, um roteiro a ser seguido. Esse roteiro será fundamental para organização de todos os envolvidos.

Ao iniciar as aulas, é importante que todos os objetivos e modos de treinamento sejam explicados de forma clara, a fim de não causar resistência por parte dos funcionários. Além disso, tratar este momento com leveza e sem cobrança, estimulando o aprendizado em si e a participação de todos.

Ao fim de um treinamento ou série de aulas, é importante fazer uma avaliação dos efeitos, a fim de entender quais assuntos foram mais produtivos, ferramentas que foram mais efetivas e colher sugestões e opiniões que auxiliem na construção e melhoria das futuras aulas.

Através da referência de Mutti (1995), é possível colher algumas recomendações para elaboração dos treinamentos:

- Sempre que possível, realizar momentos de participação dos funcionários que possuem alguma experiência com o tema abordado em aula, incentivando a integração. Além disso, contar com a participação através de voluntários para demonstrações, gerando um clima de descontração;
- Ter uma consistência de datas e horários para as aulas. Descontinuidades no curso podem causar abstrações, não contribuindo para eficácia da aula;
- Durante o planejamento de datas, é interessante que sejam evitadas datas antecessoras à eventos importantes, como dia do pagamento ou véspera de feriados;
- Recomenda-se o primeiro horário da manhã para realização das aulas, onde os funcionários estão descansados (mentalmente e fisicamente), e sem preocupações com atividades externas, como horário do almoço ou perder o transporte ao fim do expediente;
- Fazer um controle de presença através de chamada, valorizando os funcionários através do nome, e possibilitando um controle para posterior distribuição de certificados, se for o caso;
- Não é recomendado utilizar ambientes de descanso ou lazer para realização das aulas;

- Inserir momentos para sugestões e análises do conteúdo apresentado, e realizar adaptações no cronograma a fim de adaptar à realidade apresentada;
- Realizar programas que tenham momentos formais (em sala de aula) e momentos práticos;
- Em casos de treinamentos mais avançados e técnicos, recomenda-se a elaboração de programas específicos para cada função, evitando que funcionários que não necessitem de tal informação fiquem dispersos.

## 5 CONCLUSÕES

De maneira resumida, esta pesquisa relatou a importância da indústria da construção civil, dando atenção especial aos três âmbitos da sustentabilidade (ambiental, social e econômico), e alguns impactos negativos gerados para sua produção.

Visto sua relevância, e levando em consideração que o canteiro de obras é o local que fornece infraestrutura e condições necessárias para a construção de uma edificação, este trabalho buscou discutir a aplicabilidade de algumas técnicas e ferramentas que possibilitem a mitigação dos impactos que prejudicam a vida humana, do meio ambiente e da economia, analisando sua estrutura e validando-a dentro do cenário proposto.

Durante a pesquisa, entendeu-se que, por mais que o estudo seja direcionado ao canteiro de obra, muitas práticas e métodos construtivos são determinados na fase de planejamento da edificação, sendo fundamental a aplicação de critérios sustentáveis em todo o seu ciclo de vida, principalmente nas fases iniciais. Assim, surgem como alternativas para melhorar o trabalho em canteiro de obra a adaptação de projetos, uso da mentalidade *Lean* de construir, uso de *softwares* de compatibilização e realidade aumentada.

Em seguida, atentou-se em soluções no próprio canteiro de obras; para um melhor controle e organização dos resíduos sólidos, foi proposto a criação de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com propostas de procedimentos para manipulação e destinação adequada dos resíduos gerados no canteiro de obras. Esse documento norteia os funcionários quanto à redução da geração de resíduos, e serve de base para que todos saibam a sua função no processo.

Constatou-se também que, para que todas as novas ferramentas inseridas sejam assertivas, e um trabalho contínuo de desenvolvimento e cuidado com os funcionários seja realizado, é fundamental a aplicação de treinamentos. Esses treinamentos podem ter diversos objetivos, porém, devem ser realizados sempre com foco em resultados. É necessário conhecer os funcionários da empresa e reconhecer quais etapas necessitam de melhoria, trabalhando com planejamento e cronogramas claros e objetivos.



Além dos treinamentos, o incentivo ao desenvolvimento e cuidado com os funcionários é de extrema importância para conquistar uma mão de obra habilitada, eficaz e que se sinta parte das conquistas da organização. Por ser uma indústria extremamente dependente da mão de obra, a atenção com o capital humano é um investimento para obtenção de processos mais eficazes e com mais qualidade.

A aplicação de melhorias em um processo produtivo demanda atenção, planejamento, tempo e, principalmente, dinheiro. A questão econômica, tratada de maneira individual em cada item, é vista como uma balança entre investimentos e retorno.

As ferramentas citadas ao decorrer do trabalho são fundamentais para redução de desperdícios de variadas origens, aumento da produtividade e motivação dos funcionários, sendo então, um investimento na melhoria do processo produtivo como um todo. Esse avanço traz resultados em forma de *marketing*, qualidade do empreendimento e alavanca a busca por novas tecnologias a serem implementadas, tornando um fluxo contínuo de melhorias e evolução.

Ao fim da pesquisa, pode-se observar que itens propostos estão muitas vezes ligados ao cotidiano no canteiro de obras, se bem planejadas e realizadas com interesse, tornam-se um bom investimento. Assim, para uma boa eficiência, as práticas não devem ser atendidas como isoladas, e devem fazer parte de um conjunto de iniciativas.

Essas iniciativas devem ser entendidas e internalizadas por todos os agentes da cadeia produtiva de uma edificação, de modo que se tornem uma nova cultura da empresa, possibilitando uma melhoria contínua, tornando-se uma empresa motivada a fazer mais pelo meio ambiente e pelos seus funcionários.

Como sugestão para próximas pesquisas, seria interessante realizar um estudo de caso, com aplicação de algumas destas ferramentas, conforme necessidade da empresa, e verificar sua efetividade em relação aos três âmbitos da sustentabilidade. Outra opção, seria a realização de um estudo de custos para a aplicação destas técnicas e *softwares*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12284: Áreas de vivência em canteiros de obras. 1991. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/52522220/nbr-12284>. Acesso em: 12 jul 2020.

ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade (1ª edição ed.). **Rio de Janeiro: Nova**, 2002.

AMARAL, M. C.; DUARTE, G. D. Desenvolvimento de um aplicativo web para gerenciamento de obras de construção civil para uso em tablets. **UFPEL, Pelotas-RS**, 2012.

ANDRADE, M.; ASSIS, J.; BROCHARDT, M. O uso de visualizadores portáteis como fator de aumento na produtividade da construção civil. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC 2015), Recife**, 2015.

ARAUJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras. 2009. 228f.** Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Escola Politécnica da . . . , 2009.

BACHA, M. d. L.; SANTOS, J.; SCHAUN, A. Considerações teóricas sobre o conceito de sustentabilidade. **VII Simpósio de excelência em gestão e tecnologia**, 2010.

BALBINOT, G. B. Proposta de procedimento operacional padrão para planejamento e projeto de canteiro de obras. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

BARBISAN, A. O. et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, v. 2, n. 2, p. 173–180, 2011.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. 4ª Edição, Nº4. **Rio de Janeiro: Revista Visões**, 2008.

BLUMENSCHHEIN, R. N. Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras. **Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília**, 2007.

BOFF, L. Sustentabilidade: tentativa de definição. **Artigo publicado em**, v. 15, 2012.

BORBA, L. M. E. T. **Aplicação da Metodologia Lean à Gestão e Organização de Estaleiros-Utilização das Ferramentas 5S e Controle Visual.** Tese (Doutorado), 2018.

BORGES, V. S.; BRANDÃO, S. S.; MARINHO, E. C. P. Análise da gestão de rh na construção civil: teoria x prática. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, Rio de Janeiro**, v. 2, n. 1, p. 1–86, 2010.

BROCHARDT, M.; ASSIS, J.; ANDRADE, M. Visualização de modelos digitais: Informação dos edifícios em canteiro de obras. **Blucher Design Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 657–661, 2016.

BRUNDTLAND, Gro Harlem; COMUM, Nosso Futuro. Relatório Brundtland. **Our Common Future: United Nations**, 1987.

BUFON, N.; ANSCHAU, C. T. O perfil da mão de obra na construção civil de Chapecó/sc. **Revista Tecnológica**, v. 4, n. 1, p. 194–210, 2016.

CHAVES, H. de O. **DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA**. Tese (Doutorado) — Universidade federal do Rio de Janeiro, 2014. Citado na página 15.

CHIAVENATO, I. Gestão de pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. Citado na página 46.

CLARO, P. B. de O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração-RAUSP**, Universidade de São Paulo, v. 43, n. 4, p. 289–300, 2008. Citado na página 14.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de informações para construção (bim) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: **Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Paulo**. [S.l.: s.n.], 2008. Citado na página 35.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96: GESTÃO DE RESÍDUOS E PRODUTOS PERIGOSOS. 2002. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/624358/pg-95-secao-1-diario-oficial-da-uniaodou-de-17-07-2002>. Acesso em: 25 jul.. 2020..

CONDEIXA, K. d. M. S. P. Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema drywall e alvenaria de vedação. **Rio de Janeiro, Niterói, Dissertação, Universidade Federal Fluminense**, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 14, 15 e 20.

CORDANI, U. G.; MARCOVITCH, J.; SALATI, E. Avaliação das ações brasileiras após a rio-92. **Estudos Avançados**, SciELO Brasil, v. 11, n. 29, p. 399–408, 1997. Citado na página 15.

COSENTINO, L. T.; BORGES, M. M. Panorama da sustentabilidade na construção civil: da teoria à realidade do mercado. **IV ENSUS (Encontro de Sustentabilidade em Projeto), UFSC. Anais... Florianópolis, 2016.**

CUPERSCHMID, A. R. M.; FREITAS, M. d. Possibilidades de uso de realidade aumentada móvel para aec. **Simpósio brasileiro de qualidade do projeto no ambiente construído**, v. 3, 2013.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. **São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.**

EASTMAN, C. et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. [S.I.]: Bookman Editora, 2014. EDWARDS, B. Guía básica de la sostenibilidad. [S.I.], 2004.

EVANGELISTA, P. P. de A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe a: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 3, p. 23–40, 2010.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. [S.I.]: Saraiva Educação SA, 2001.

FARIAS, P. M. A. **Construção sustentável: contributo para o processo de construção na alteração de usos nos edifícios**. Tese (Doutorado) — Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.

FAZINGA, W. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado. 2012, 157p**. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento). Programa . . . , 2012.

FAZINGA, W. R.; SAFFARO, F. A. Identificação dos elementos do trabalho padronizado na construção civil. **Ambiente Construído**, SciELO Brasil, v. 12, n. 3, p. 27–44, 2012.

FERNANDES, A. J. R. C. **Lean Construction e Construção Sustentável: um estudo de caso**. Tese (Doutorado) — [sn], 2015.

FERNANDEZ, J. A. B. Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Diretoria de Estudos e . . . , 2012.

FERREIRA, A. V.; ZANCUL, E. Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil. **São Paulo, SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.**

FERREIRA, E. d. A. M.; FRANCO, L. S. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. **São Paulo, 1998.**

FILHO, A. S. d. C. **Treinamento a distância para mão-de-obra na construção civil.** Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2004.

FILHO, C. P.d. C.; MENDES, L. A. d. C. Planejamento do canteiro de obras. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 2, p. 20–26, 2017.

FILHO, C. P.d. C.; MENDES, L. A. d. C. Planejamento do canteiro de obras. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 2, p. 20–26, 2017.

FILHO, J. A. P. **UMA METODOLOGIA DE TREINAMENTO DE MÃO-DE-OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

FONSECA, D. S. Avaliação de aspectos e impactos ambientais em canteiros de obras em salvador. **Trabalho de Conclusão de Curso-UFBA. Salvador-BA**, 2011.

FRÓES, M. Estilo de liderança e a influência na motivação: uma pesquisa sob a visão dos liderados. **Gestão de pessoas-Unisul Virtual**, 2019.

GEHLEN, J. Aplicando a sustentabilidade e a produção limpa aos canteiros de obras. In: **International Workshop Advances in Cleaner Production**. [S.l.: s.n.], 2009. v.2.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. são paulo: Atlas, 2002. **Métodos e técnicas de pesquisa social**, v. 4, p. 22–23, 2002.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, SciELO Brasil, p. 20–29, 1995.

HARON, A. et al. Building information modelling: Literature review on model to determine the level of uptake by the organisation. In: **Proceedings of the CIB World Building Congress 2010**. [S.l.: s.n.], 2010.

ILLINGWORTH, J. R. **Construction methods and planning**. [S.l.]: CRC Press, 1993.

ISO. International Organization for Standardization. **Environmental management - the ISO 14000 family of international standards. 2002**. Disponível em: <<http://www.iso.ch>>. Acesso: 10 jun. 2020.

ISOLDI, R. A. Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção. 2007.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000.

JOHN, V. M.; SILVA, V. d.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. **Encontro Nacional**, v. 2, p. 91–98, 2001.

JÚNIOR, J. D. Segurança do trabalho em obras de construção civil: uma abordagem na cidade de santa rosa/rs. **TCC (Curso de graduação em engenharia civil)– Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí: UNIJUÍ**, 2002.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. [S.l.]: Edipucrs, 2009.

KIERNAN, William E.; KNUTSON, Kari. Quality of work life. **Quality of life: Perspectives and issues**, p. 101-114, 1990.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford university, 1992.

KOVALESKI, A.; PEDROSO, B.; PILATTI, L. A. Avaliação da qualidade de vida no trabalho no setor de construção civil: utilização do modelo de walton. **Nucleus**, Fundação Educacional Ituverava, v. 5, n. 2, p. 1–14, 2008.

KUREK, J. et al. Implantação dos princípios da construção enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 2, n. 1, p. 20–36, 2013.

KURESKI, R. Produto interno bruto, emprego e renda do macrossetor da construção civil paranaense em 2006. **Ambiente Construído**, SciELO Brasil, v. 11, n. 3, p. 131–142, 2011.

KURESKI, R. et al. O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 1, p. 7–19, 2008.

LANTELME, Elvira Maria Vieira. Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. 1994.

LIBRELOTTO, L. I. Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (esa): aplicação no setor de edificações. Florianópolis, SC, 2005.

LIMA, I. S. Qualidade de vida no trabalho na construção de edificações: avaliação do nível de satisfação dos operários de empresas de pequeno porte. 1995. 215 f. **Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina**, 1995

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. de A.; FERRAZ, T. G. de A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. [S.l.]: Senai, 2007.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP, v. 13, 2006.

LOURENCINI, C. Visão conservadora compromete produtividade da construção civil. 2016. Acesso em: 03 de setembro 2019. Disponível em: <<http://www.grandesconstrucoes.com.br/Materias/Exibir/visao-conservadora-compromete-produtividade-da-construcao-civil?Pagina=1>>.

MACLEAMY, P. MacLeamy curve. Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design and Construction and Operation (WP-1202), 2010.

MAIA, M. A. M.; HEINECK, L. F. M.; YUKI, M. M. Sistema de padronização para execução de edifícios com participação dos operários. Revista Tecnologia, v. 15, n. 1, 1994.

MARTINS, D. F. Sustentabilidade no canteiro de obras. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

MATTOS, B. B. d. M. Estudo do reuso, reciclagem, e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do rio de janeiro. 2013. 83 f. Monografia-Instituto politécnico. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

MAZUR, J. Resíduos sólidos da construção civil e a logística reversa no canteiro de obras vinculados á saúde e segurança do trabalhador. 2015. 51 f. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) -Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015.

MEDEIROS, E. G. Análise da qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso na área da construção civil. 2002. 137 f. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Administração) -Programa de Pós-Graduação em . . . , 2002.

MELLO, L. Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Engenharia Civil) -Universidade Federal Fluminense, 2007.

MOTTA, S. R. F. Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos. UFMG, 2009.

MÜLFARTH, R. C. K. Rumo a um futuro mais sustentável: arquitetura de baixo impacto humano e ambiental. 2005.

MUTTI, C. d. N. Treinamento de mão de obra na construção civil: um estudo de caso. 1995.

NAGALLI, A. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. [S.l.]: Oficina de Textos, 2016.

NERI, M. O novo velho trabalhador da construção civil. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 65, n. 3, p. 46–49, 2011.

NEVES, L. P. **Adoção do partido na arquitetura**. [S.l.]: SciELO-EDUFBA, 1989.

NUNES, I. H. O.; CARREIRA, L. R. de M.; RODRIGUES, W. A arquitetura sustentável nas edificações urbanas: uma análise econômico-ambiental. **Arquiteturarevista**, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, v. 5, n. 1, p. 25–37, 2009.

OHNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press, 1988.

OLIVEIRA, R. d. C. O papel da prática do projeto na construção de uma teoria didática da arquitetura. **4º encontro de ensino de Teoria e História da Arquitetura. Pelotas: FAURB/UFPEL**, 1992.

OLIVEIRA, T. Y. M. d. *Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações*. Rio de Janeiro, 2015.

OSADA, Takashi. *Housekeeping, 55's: seri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*/Takashi Osada. Instituto IMAM, 1992.

PATZLAFF, J. O.; KERN, A. P.; GONZÁLEZ, M. A. S. Projeto de edificações com apelo sustentável: elementos para a construção de um sistema de apoio à decisão. *Revista Produção Online*, v. 10, n. 3, p. 479–503, 2010.

PICCHI, F. A. *Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção*. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Escola Politécnica, Universidade de São . . . , 1993.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do lean thinking na construção. *Ambiente construído*, v. 3, n. 1, p. 7–23, 2003.

PILATTI, L. A. *Qualidade de vida e trabalho: perspectivas na sociedade do conhecimento*. **Qualidade de vida e novas tecnologias**. Campinas: IPES Editorial, 2007.

PINTO, J. M. F. et al. *Lean construction: proposta de metodologia de avaliação de projetos de construção*. 2012.

PINTO, P. P. F. D. *A plataforma bim na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso*. 2019.

PITTIGLIANI, R. et al. *Análise de custos de interferências de um projeto residencial multifamiliar modelado e compatibilizado com o auxílio de ferramentas da plataforma bim*. Florianópolis, SC, 2018.



RESENDE, F. Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2007.

RIBEIRO, M. V. Vantagens da padronização aplicada aos processos executivos de obras de edificações. 2014. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Rio de Janeiro, Brazil.

RIGOLON, F. J. Z. O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1998.

ROCHA, M. A. G. D. Cenário da mão de obra feminina na construção civil em goiânia. 2017.

RODRIGUEZ, M. A. A. Gerenciamento da qualidade e produtividade na execução de serviços na construção civil: um estudo do caso na pré-fabricação e montagem de unidades residenciais. 1992.

SANCHEZ, A. M.; PEREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, MCB UP Ltd, 2001.

SANTANA, V. S.; OLIVEIRA, R. P. Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do brasil. *Cadernos de Saúde Pública, SciELO Public Health*, v. 20, p. 797–811, 2004.

SAURIN, T. A. Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações. 1997.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. [S.l.]: ANTAC, 2006.

SILVA, A. K. F. da. ANÁLISE DE PRÁTICAS DE GESTÃO DE PESSOAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, L. F. C. N. da. Qualidade e produtividade na construção civil. 2010.

SILVA, M. M. Análise dos benefícios e dificuldades da implantação da metodologia bim em obras públicas de municípios de pequeno porte. 2018.

SOUZA, B. A. et al. Análise dos indicadores pib nacional e pib da indústria da construção civil. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 17, n. 31, 2015.

SOUZA, B. C.; CABETTE, R. E. S. Gerenciamento da construção civil: estudo da aplicação da “lean construction” no brasil. **Revista de Gestão & Tecnologia**, v. 2, n. 1, 2014.

SOUZA, U. E. L. de. **Projeto e implantação do canteiro**. [S.l.]: O Nome da Rosa, 2000.

SOUZA, U. E. L. et al. Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras. EPUSP, 1997.

TARDELLI, J. Gestão de resíduos sólidos industriais no estado de são paulo, brasil. CEPAL, 1995.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. de. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, n. 109, p. 9–26, 2005.

TEIXEIRA, L. P. et al. Construção civil mineira: dinâmica e importância para a economia estadual. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 7, n. 1, 2011.

TOMASI, F.; OLTRAMARE, P. J. **Absenteísmo e rotatividade: proposta de ações para a qualidade de vida no trabalho de trabalhadores da construção civil do sudoeste do Paraná**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 15, n. 1, 2013.

VALENTE, J. P. Certificações na construção civil: comparativo entre leed e hqe. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

VIEIRA, T. L. Aplicação do sistema lean na construção civil e os critérios competitivos no setor. **Rio de janeiro**, 2015.

WANG, X. et al. Augmented reality in built environment: Classification and implications for future research. **Automation in construction**, Elsevier, v. 32, p. 1–13, 2013.