

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**WANDERLEY CLAUDINO DA COSTA FILHO**

**WISLEY PEREIRA BORGES**

**AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO  
SOBRE GANHO DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE.**

**ANÁPOLIS / GO**

**2020**

**WANDERLEY CLAUDINO DA COSTA FILHO  
WISLEY PEREIRA BORGES**

**AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO  
SOBRE GANHO DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: FILIPE FONSECA GARCIA**

**ANÁPOLIS / GO: 2020**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

BORGES, WISLEY PEREIRA / FILHO, WANDERLEY CLAUDINO DA COSTA

Automação na construção civil: Um estudo sobre ganho de eficiência e produtividade.

55P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020)

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. Automação        | 2. Tecnologia    |
| 3. Construção Civil | 4. Produtividade |
| I. ENC/UNI          | II. Bacharel     |

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

BORGES, Wisley Pereira; FILHO, Wanderley Claudino da Costa. Automação na construção civil: Um estudo sobre ganho de eficiência e produtividade. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 55p. 2020.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Wanderley Claudino da Costa Filho

Wisley Pereira Borges

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Automação na construção civil: Um estudo sobre ganho de eficiência e produtividade.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Wanderley Claudino da Costa Filho

E-mail: wanderley\_claudino@hotmail.com

---

Wisley Pereira Borges

E-mail: wisleypiri@Gmail.com

**WANDERLEY CLAUDINO DA COSTA FILHO  
WISLEY PEREIRA BORGES**

**AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO  
SOBRE GANHO DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

---

**FILIFE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEVANGÉLICA)  
(ORIENTADOR)**

---

**GLDISTON NEPOMUCENO C. JÚNIOR, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 01 de DEZEMBRO de 2020.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela coragem e fé para alcançar meus objetivos. Agradeço a minha família pelo apoio e acima de tudo por acreditarem em mim. Agradeço a instituição Unievangélica, ao orientador Filipe Fonseca Garcia e a professora Ana Lucia Carrijo por toda a contribuição e apoio na finalização desta etapa.

Wanderley Claudino da Costa Filho

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pois ele é a base de tudo. Agradeço a minha família, meu irmão Wesley Pereira Borges, pelo apoio durante minha caminhada. Agradeço também aos professores Filipe Fonseca Garcia e Ana Lucia Carrijo.

Wesley Pereira Borges

## **RESUMO**

A construção civil possui um enorme peso do desenvolvimento do país, através dela se obtém o bem estar da sociedade com soluções voltadas à engenharia civil por meio de obras de infraestruturas sustentáveis. Entretanto, a indústria da construção civil no Brasil ainda é muito tradicional e, seus métodos de produção e gestão estão há muito desatualizados em comparação com países desenvolvidos. Pensando nisso o Trabalho de Conclusão de Curso em questão visa estudar a automação na construção civil de forma a evidenciar suas vantagens no ganho de eficiência e produtividade no canteiro de obras assim como, fazer um breve estudo e citar as práticas das novas técnicas de automação no setor. Além disso, este estudo fez fazer um comparativo entre uma a de automação máquina de reboco automática e o processo tradicional de reboco baseado no método manual de execução. O estudo foi realizado através do estudo teórico por meio do levantamento de todo o material didático necessário, onde foram encontrados conceitos de diferentes autores possibilitando a realização de comparativo entre eles. Após o levantamento do material teórico as informações foram analisadas à apresentação dos resultados da pesquisa foi escrita em forma de relatório. Vale destacar que a automação no canteiro de obras reflete em um aumento de eficiência e rendimento das horas de trabalho, logo, durante a implementação dessas inovações de tecnologia de automação, novos cargos serão criados na indústria produtiva. Sua aplicação exigirá pessoal qualificado para manuseá-los da maneira correta, de modo que seja possível produzi-los da forma mais eficaz e exibi-los com segurança

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Automação. Construção Civil. Tecnologia. Produtividade.

## **ABSTRACT**

Civil construction has an enormous weight for the country's development, through which society's well-being is obtained with solutions aimed at civil engineering through works of sustainable infrastructures. However, the construction industry in Brazil is still very traditional, and its production and management methods have long been out of date compared to developed countries. With this in mind, the Course Conclusion Work in question aims to study automation in civil construction in order to highlight its advantages in gaining efficiency and productivity at the construction site as well as, making a brief study and citing the practices of the new automation techniques in the sector. In addition, this study will make a comparison between an automated plastering machine automation and the traditional plastering process based on the manual method of execution. The study was carried out through the theoretical study by means of the survey of all the necessary didactic material, where concepts from different authors were found, making it possible to make a comparison between them. After collecting the theoretical material, the information was analyzed and the presentation of the research results was written in the form of a report. It is worth noting that automation at the construction site reflects an increase in efficiency and efficiency in working hours, so, during the implementation of these automation technology innovations, new positions will be created in the productive industry. Your application will require qualified personnel to handle them correctly, so that it is possible to produce them in the most effective way and to display them safely.

### **KEYWORDS:**

Automation. Construction. Technology. Productivity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Camadas da parede de alvenaria.....	20
Figura 02 – Fases da Revolução Industrial.....	22
Figura 03 – Planta de Layout .....	35
Figura 04 – Sarrafeamento do reboco. ....	37
Figura 05 – Reboco .....	37
Figura 06 – Máquina de reboco automática BullX JET .....	39
Figura 07 - Utilização da máquina de reboco automática. ....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Relação entre os sistemas de construção e seus requisitos físicos, cognitivos e organizacionais.....	27
Quadro 02 – Relação da produtividade em 3 dias.....	38
Quadro 3 – Análise financeira Argamassa manual X Projetada.....	43

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PIB	Produto Interno Bruto
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 Objetivo geral .....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 METODOLOGIA.....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS PROCESSOS .....	16
2.2 PROCESSO DE REVESTIMENTO DE PAREDE DE ALVENARIA.....	19
2.3 A ERA DA INDÚSTRIA 4.0: A HISTÓRIA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL .....	21
2.4 AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	24
2.4.1 Sistema de Construção Automatizado X Fator Humano .....	26
2.5 VANTAGENS DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO AUTOMATIZADO.....	28
2.6 TENDÊNCIAS EM AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO .....	31
<b>3 APLICAÇÃO DO ESTUDO.....</b>	<b>35</b>
3.1 TÉCNICA TRADIDIONAL DE REBOCO .....	35
3.2 MAQUINA DE REBOCO AUTOMÁTICA.....	38
3.2.1 Especificações técnicas.....	41
3.3 RESULTADOS: ARGAMASSA MANUAL X PROJETADA.....	41
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>44</b>
4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	45
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é caracterizada principalmente por atividades como construir, demolir, reformar, ampliar, edificar ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou subsolo. A composição da economia no Brasil tem uma grande parcela representada pela construção civil, por esse motivo há grandes investimentos no setor por participações públicas e privadas, esse ramo possui alta demanda de mão de obra no mercado, uma vez que engloba obras executadas no país como construção de rodovias, portos e aeroportos, ferrovias, edificações de pequeno, médio e grande porte, entre outros. (OLIVEIRA, 2012).

Para o desenvolvimento eficiente das obras, seja ela qual for, é de extrema importância que a elaboração desta esteja bem consolidada para que não haja atrasos ou desperdícios de materiais ou tempo de execução, pois a meta principal desse empreendimento é a entrega final da obra com qualidade, segurança e estar dentro do prazo previamente estabelecido, portanto, uma das partes mais importante da construção civil é a elaboração e planejamento do projeto assim como o acompanhamento do mesmo utilizando das mais diversas ferramentas digitais de elaboração planejamento e acompanhamento de obra (OLIVEIRA, 2012). Logo, a competitividade no setor da construção civil começa a exigir das empresas investimentos em novas metodologias de planejamento e controle e execução de obras.

Nesse contexto, a automação na construção civil criou um novo conceito na forma de produção, aumentando a produtividade e a padronização dos serviços, tornando possível operações antes quase não executadas somente com mão de obra humana. Além disso, a utilização de sistemas automatizados de construção possibilita também um ambiente de trabalho mais seguro refletindo diretamente na segurança no trabalho, tendo em vista que o setor com maior índice de acidentes de trabalho é o da Construção Civil.

O TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) em questão visa estudar sobre a automação na construção civil e como ela proporciona ganho de eficiência e produtividade nos processos construtivos. O estudo foi realizado sob uma visão teórica e foi embasado no levantamento de informações através da internet. Posteriormente, foi realizado um estudo comparativo entre a aplicação da automação em um determinado serviço no canteiro de obras e a realização do mesmo serviço de forma manual, para medir o ganho de produtividade devido a utilização de tal tecnologia. Por fim os resultados das informações obtidas na pesquisa bibliográfica e no estudo foram apresentados na conclusão.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O setor de Construção civil possui uma das importâncias mais expressivas na economia mundial, muito embora a economia tenha enfrentado uma crise recentemente e que acabou afetando indiretamente diversos setores. O fato é que independente da crise econômica vivida, a indústria da construção civil tem buscado cada vez mais meios de reduzir os custos e aumentar a produtividade em conjunto com a garantia da qualidade e garantia de satisfação dos usuários. Para essa finalidade, diversos são os estudos e técnicas inovadoras que tem como objetivo a melhoria de eficiência em uma obra (MATTOS, 2010).

É nesse contexto que está inserido este TCC, que tem como objetivo fazer um estudo sobre a automação na construção civil, uma vez que, esse setor apresenta uma série de possibilidades e soluções tecnológicas para serem aplicadas ao canteiro de obras.

A fim de reforçar a importância do estudo do tema na construção civil, visto que, a automação tem como caracterização a utilização de técnicas computadorizadas para otimizar processos, o uso da tecnologia pode ser intimamente ligado ao ganho de produtividade no canteiro de obras, visto que, com a utilização melhor dos recursos como mão de obra, a locação de equipamentos, insumos, cronograma, técnicas de gerenciamento ou logística, automaticamente a empresa obtém resultados mais precisos e seguros. Além de impulsionar de forma indireta a evolução de outras áreas do mercado atual.

Em contrapartida a argumentos contrários sobre a automação, é importante destacar que a sociedade tem utilizado essa tecnologia em atividades cotidianas mesmo que de forma inconsciente, através de dispositivos com controles sensoriais, controladores ou temporizadores ao utilizar despertadores, portas automáticas ou até mesmo ar-condicionado, por exemplo.

Desta forma, é de se esperar que este TCC possa ser utilizado como material para desenvolver o interesse dos profissionais do ramo sobre o tema, além de servir como base para demais estudos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Fazer um estudo teórico sobre a automação na construção civil evidenciando suas vantagens no ganho de eficiência e produtividade no canteiro de obras.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Relacionar os principais conceitos de automação, e o surgimento da tecnologia no mundo através de pesquisa bibliográfica.
- Descrever as práticas das novas técnicas de automação na construção civil.
- Pontuar as vantagens da utilização da automação no setor.
- Realizar um estudo comparativo entre a técnica de automação representada pela máquina de reboco automática e a técnica tradicional de reboco baseada no método manual de execução.
- Apresentar os resultados do estudo em termos de ganho de produtividade e eficiência com base no referencial teórico e estudo realizado.

### 1.3 METODOLOGIA

O TCC foi realizado através do estudo teórico sobre a automação na Construção Civil, apresentando como foco o ganho de eficiência e produtividade que esse tipo de aplicação apresenta no canteiro de obras.

Para oferecer o embasamento teórico necessário para a realização do mesmo, foi feito o levantamento de todo o material didático necessário através da pesquisa bibliográfica e levantamento complementar de informações através da internet, onde foram encontrados conceitos de diferentes autores possibilitando a realização de comparativo entre eles. Segundo Chiara e et al. (2008) a pesquisa bibliográfica tem o intuito de levantar um conhecimento disponível sobre teorias, a fim de analisar, produzir ou explicar um objeto sendo investigado. Desta forma, o referencial teórico foi apresentado em forma de relatório, onde foram apresentados os principais conceitos, assim como a história da evolução da Revolução Industrial, as vantagens desse tipo de sistema e posteriormente citado de forma breve as práticas das novas técnicas de automação no setor de construção civil.

A fim de comprovar eficiência e produtividade relativa a aplicação da automação na construção civil foi desenvolvido também um estudo comparativo entre a técnica tradicional de execução de reboco de parede feita manualmente verificada *in loco* e a máquina de reboco automática. A obra escolhida para a comparação entre os dois métodos, trata-se de uma obra residencial unifamiliar, situada na cidade de Pirenópolis GO.

Desta forma, para obter os dados necessários para o levantamento da produtividade relativa a técnica de reboco tradicional foi acompanhada a execução do reboco de uma residência. O acompanhamento foi realizado durante três dias e posteriormente realizada uma média aritmética para a obtenção do produtividade/dia. No que diz respeito a utilização da máquina de reboco de parede automática os dados utilizados, bem como marca e especificações da máquina foram levantados diretamente no fornecedor e posteriormente os dados foram simulados a partir do mesmo cômodo rebocado pelos profissionais. A partir daí os dados foram comparados em termo de produtividade e ganho de eficiência e apresentados como resultados.

Para finalizar, foi apresentado o resultado da análise e interpretação dos dados levantados na pesquisa bibliográfica e estudo de caso na conclusão do TCC. Nela foram apresentadas também algumas sugestões para pesquisas futuras que englobam o tema trabalhado nesse estudo

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Com base nos objetivos e na proposta de estudo, o TCC foi dividido em 04 capítulos, que serão apresentados da seguinte forma:

- Capítulo 01 - INTRODUÇÃO: No primeiro capítulo foi apresentada a introdução do TCC, demonstrando a proposta sugerida para o estudo, onde constam a justificativa de escolha de tal tema, objetivos a serem alcançados, metodologia aplicada, e apresentação da estrutura do estudo.
- Capítulo 02 - REFERENCIAL TEÓRICO: No segundo capítulo, será apresentado o referencial teórico do TCC, além da apresentação dos principais conceitos sobre o tema, foram pontuadas as práticas das novas técnicas de automação na construção civil e vantagens da utilização da automação no setor.
- Capítulo 03 - APLICAÇÃO DO ESTUDO: O capítulo 3 descreve o estudo realizado, constando as principais informações sobre o comparativo entre uma técnica automatizada e manual no canteiro de obras.
- Capítulo 04 - CONCLUSÃO: O último capítulo apresenta os resultados do estudo, onde foram levantada as conclusões do TCC. Foi descrito nesse capítulo também a sugestão de pesquisa para trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica do TCC levantada por meio de pesquisa bibliográfica, baseada no conhecimento de diferentes autores sobre automação na construção civil.

### 2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS PROCESSOS

A construção civil é um dos segmentos de mercado mais significativos da economia brasileira, esse termo que engloba dentre outros, a confecção de obras como casas, edifícios, estradas, obras de saneamento, instalações prediais, portos e aeroportos. Entretanto, a construção civil não se trata somente da construção em si, uma vez que, alcança além disso, atividades relacionadas à produção de obras como a execução propriamente dita da obra, manutenção, restauração de obras, planejamento e projetos.

É importante ter em mente que a construção surgiu desde o início dos tempos quando o homem viu a necessidade de abrigar-se para proteger-se do perigo. Posteriormente, durante a idade Média, as principais realizações foram os castelos e as grandes construções religiosas. De acordo com Campos:

Os mestres construtores “master builders” destas épocas, eram responsáveis por todas as fases do ciclo da construção, o projecto era então realizado ao mesmo tempo que a obra, sendo mesmo conduzido em função das necessidades da obra. O mestre construtor definia todos os aspectos do projecto, entendia e articulava estes aspectos com a forma ou o modo da sua construção e dirigia o processo construtivo (2002, p.2).

Naquela época, os conhecimentos sobre as construções eram adquiridos e se baseavam, nas tradições ou em regras generalizadas. Segundo Campos (2002) esse modo de pensar antiquado manteve-se até ao período Renascentista, no século XV, onde nasceu a profissão de Arquiteto e começou-se a definir o conceito de Arquitetura. A partir daí desenvolveu-se a fase de concepção ou projeto e, a fase da obra ou da construção, logo as mudanças só aumentaram. Historicamente, o desempenho do mercado da construção civil acompanha a economia até chegar aos dias de hoje, onde o segmento de construção civil está em evidência em todo o mundo.

Atualmente no Brasil, a construção civil está entre os setores que possui maior relevância para o desenvolvimento e economia do país. O setor é responsável por uma movimentação significativa do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, além de garantir diversos empregos e promover o conforto e bem-estar para a população através das mais

diversas moradias, o que faz com que os empresários se sintam cada vez mais confiantes em relação às atividades desse segmento (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2019). Segundo Fortes:

A construção civil abrange todas as atividades necessárias para a produção de uma obra seja ela uma residência, uma estrada, um porto, um túnel, uma fundação, um aeroporto, uma obra de saneamento básico, uma barragem, uma estação de tratamento de água, esgoto ou outro efluente qualquer (2015, p.12).

Assim como os demais campos, além do objetivo principal de atender às necessidades dos clientes, de acordo com as normas, legislações e requisitos mínimos da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), desempenho, segurança e durabilidade, o setor enfrenta também problemas de controle interno, justificado muitas vezes por falta de gerenciamento ou existência de uma força de trabalho multidisciplinar e pouco qualificada (MARTINS, 2017). Desta forma, o setor de construção civil é composto por diversas atividades que dão apoio ou são responsáveis tanto pela execução das obras quanto à gestão de seus processos, serão listadas a seguir, nove dessas principais atividades:

- I. Gerenciamento de Obra: Responsável pela administração de todos os fatores que envolvem a obra como o Escopo, Tempo, Custo e Qualidade. O gerenciamento de obras permite que seja desenvolvido um plano de ação para cada etapa do trabalho, de forma que as atividades sejam realizadas de forma coordenada bem como sejam respeitados os prazos para a finalização da obra. (GABRIELE, 2018).
- II. Planejamento da Produção: O planejamento de produção se trata de um processo que tem como objetivo tratar das variações que possam ocorrer na produção, de forma que o desenvolvimento produtivo seja executado com eficiência e eficácia, atendendo aos requisitos previstos pelo cliente. Esse planejamento pode ser realizado a curto, médio e longo prazo (JOHNSTON; SLACK, 2015).
- III. Planejamento Operacional e Logística: O planejamento operacional e logístico diz respeito às etapas da cadeia de suprimentos, que atua internamente em relação ao fornecimento de matérias-primas e distribuição de materiais e externamente em relação a fornecedora de suprimentos para garantir a quantidade adequada de suprimentos bem como a entrega de acordo com as necessidades dos usuários (ARAUJO, 2018).
- IV. Controle de Prazos: Na construção civil o controle de prazos diz respeito às atividades executadas para garantir o término de um projeto dentro do período estipulado e envolve fatores que vão desde a mão de obra disponível, disponibilidade de matéria-prima e a locação de equipamentos. É um dos processos mais importantes na obra devido a quantidade de outros processos que pode impactar (FILHO, 2009).

- V. Controle de Custos: O controle de custos, equivale ao planejamento que tem como função assegurar que o capital disponibilizado na obra é suficiente para alocar todos os recursos necessários, de forma que é feito a gestão do orçamento, visando garantir a melhor utilização do recurso investido, além de não permitir que as atividades ultrapassem o valor orçado para o projeto (OLIVEIRA, 2014).
- VI. Gestão de Pessoas: A gestão de pessoas na construção é o processo que tem como objetivo desenvolver as pessoas dentro da empresa, uma vez que, a produtividade não está relacionada apenas à força física ou à atividade física, mas a outros fatores também como bem-estar, qualificação, motivação ou até mesmo equilíbrio emocional (ARAUJO, 2018).
- VII. Gestão de Qualidade: “A Gestão da Qualidade consiste no conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização com relação á qualidade englobando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade (CARVALHO; PALADINI, 2012, p.90).” Essas atividades estão presentes na organização desde a retirada da matéria prima até o consumo final. Sendo assim cabe a empresa buscar meios de garantir essa qualidade em suas mais diversas formas.
- VIII. Segurança: De forma simplificada, a segurança diz respeito a prevenção e neutralização de acidentes, bem como riscos dentro do canteiro de obras, com o objetivo de oferecer uma condição de trabalho segura aos colaboradores (ARAUJO, 2018).
- IX. Meio Ambiente: A construção civil é uma das atividades que mais consome matéria prima do planeta, é importante que a obra adote praticas que tenham como objetivo garantir a integridade do meio ambiente. De acordo com Hansen, 2008 a construção civil é responsável por cerca de 66% do consumo de madeira e 40 % dos resíduos gerados.

Visto que essa indústria é um dos setores mais consumidores de energia e água, além de outras matérias primas como pedras, areia, energia, madeira, o setor tem buscado desenvolver novas tecnologias e métodos alternativos para obter o equilíbrio entre as atualizações tecnológicas, sustentabilidade, redução de custos e ganho da produtividade. Além disso, a responsabilidade social deve refletir as características de todas as atividades empresariais ligadas ao ramo, não somente às áreas ligadas a gestão mas também no setor operacional, responsável pela execução propriamente dita das atividades, e por consequência o um dos principais motores que faz a empresa girar (FORTES, 2015).

## 2.2 PROCESSO DE REVESTIMENTO DE PAREDE DE ALVENARIA

A alvenaria pode ser definida como um conjunto de peças podendo ser blocos ou tijolos sobrepostas e fixadas através de argamassa, que tem dentre outras atribuições a resistência de cargas, proteção contra intempéries, proteção térmica e acústica, resistência a impactos, vedação de ambientes. Devido as vantagens como disponibilidade de materiais, mão de obra e custo, a alvenaria é o método construtivo mais comum no Brasil. Ora, é preciso ter em mente que quando se fala em parede de alvenaria, existem dois tipos distintos, a alvenaria de vedação e a alvenaria estrutural (PEREIRA, 2019).

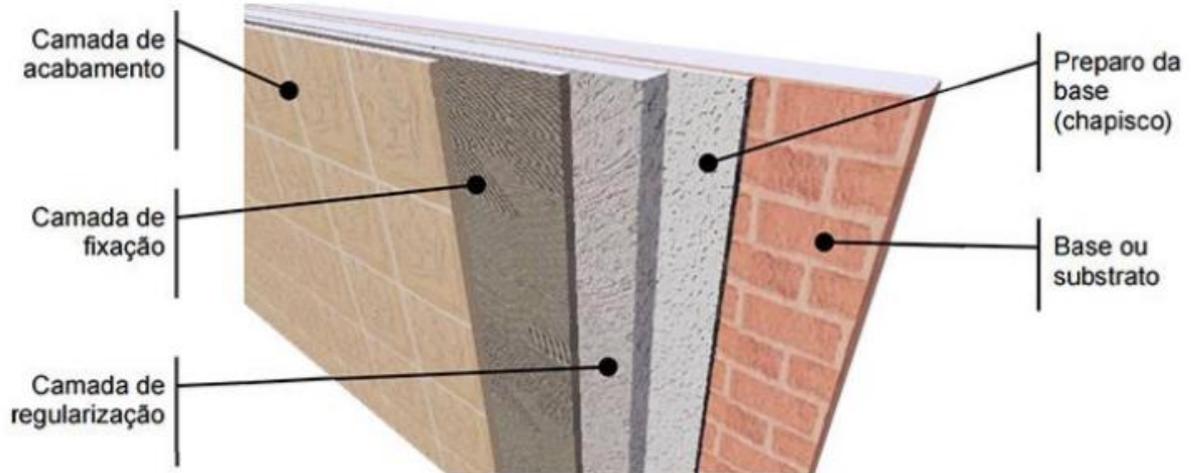
A alvenaria de vedação, também conhecida como alvenaria convencional, como o próprio nome já sugere tem como função a separação e vedação de ambientes através de blocos de concreto ou tijolos cerâmicos. A vedação pode ser interna, de modo que serve como separação dos cômodos da edificação ou, externa, que nesse caso precisa ser resistente a intempéries. Nesse método é considerado, além das portas e janelas, apenas o peso próprio da parede que não possui função estrutural, logo, a estrutura desse tipo de construção é constituída de lajes, vigas e pilares que recebem os respectivos esforços e transmite para a fundação (BARTUCCI, 2019).

Enquanto isso, a alvenaria estrutural tem tanto a função de vedação dos ambientes quanto a função estrutural, logo, a própria parede da edificação suporta os esforços da estrutura. Devido a parede receber os esforços e transmitir para a fundação, a alvenaria estrutural dispensa a utilização de lajes, vigas e pilares. Outro ponto importante sobre esse método, é que o projeto estrutural deve ser bem elaborado, detalhado e compatibilizado com os demais projetos complementares como hidráulico e elétrico para que sejam garantidos todos os vãos. Em muitos casos, como em construções com mais de quatro pavimentos, é necessário também a utilização de reforços de barras de aço em conjunto com os blocos de concreto ou tijolos cerâmicos (PEREIRA, 2019).

A partir daí, Anjos (2019) define parede de alvenaria como sendo um elemento formado por vários componentes e composta de camadas, podendo ou não ter função estrutural. Essas camadas irão depender do tipo de acabamento que por sua vez influencia diretamente na qualidade da estrutura. Sendo assim, as três etapas que antecedem o acabamento final são: chapisco, emboço e reboco.

A figura 01 ilustra as camadas de uma parede de alvenaria.

**Figura 01 – Camadas da parede de alvenaria**



Fonte: Anjos (2019)

A primeira camada (Base ou substrato) corresponde a alvenaria de tijolos cerâmicos, seguida do chapisco (Preparo da base), emboço (Camada de regularização), reboco (Camada de fixação) e por fim o acabamento (Camada de acabamento). A seguir serão tratados os detalhes das etapas de chapisco, emboço e reboco.

### I. Chapisco

O chapisco é a primeira camada de argamassa. Após o levantamento da parede, seja ela de bloco de concreto ou tijolo cerâmico, é preciso revestir a alvenaria com chapisco para receber o emboço. Essa camada é caracterizada por ser uma demão constituída de uma argamassa mais grossa, entre 3 e 5 mm, feita basicamente de cimento, areia grossa e água e sua função é proporcionar aderência e ancoragem as próximas camadas, especialmente para o emboço devido sua superfície áspera e porosa (NEVES, 2019).

### II. Emboço

A segunda camada de argamassa é o emboço, consiste na etapa intermediária entre o chapisco e o reboco e possui de 1,5 cm a 4 cm de espessura. O emboço é caracterizado por ser a camada de regularização e pode ser utilizada para corrigir pequenas irregularidades da parede além de servir como proteção da alvenaria contra intempéries. Devido a finalização do emboço ser feita apenas com a utilização do sarrafo, essa camada possui um acabamento áspero, o que a torna sua aderência para o reboco uma ótima opção (ANJOS, 2019).

### III. Reboco

O reboco se trata da última camada do acabamento com argamassa, sendo a base para o recebimento do acabamento como a pintura ou revestimento cerâmico por exemplo. Desta forma, além de ter um acabamento uniforme o reboco precisa deixar a superfície lisa e pouco porosa, tendo de 5 mm a 2 cm de espessura. A preparação do reboco é através da composição de cimento, areia fina, água e aditivos e a execução precisa ser feita por um profissional capacitado, para que se obtenha uma melhor qualidade do resultado (NEVES, 2019).

#### 2.3 A ERA DA INDÚSTRIA 4.0: A HISTÓRIA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A Revolução Industrial foi um período de grande desenvolvimento tecnológico que se iniciou na metade do século XVIII na Inglaterra, com o surgimento primeira máquina a vapor em 1698, e posteriormente se espalhou para outros países do mundo, se tornando um marco na história com o nascimento da indústria e a formação do capitalismo, além de causar grandes transformações na economia mundial. A partir desses acontecimentos, o processo de produção foi afetado de forma direta, substituindo o trabalho manual por máquinas e impactando as relações de trabalho, uma vez que o homem passou a possuir um trabalho mais expressivo na indústria (NEVES; SOUZA, 2014).

A partir desse avanço deu-se início ao desenvolvimento de outras tecnologias da época, como o surgimento de máquinas voltadas para a produção de roupas utilizadas para tecer fios, aumentando a produção que antes era feita manualmente. Após a criação desse maquinário, no início do século XIX, foi criada a locomotiva utilizada nas estradas de ferro, que colaborou para impulsionar o crescimento industrial ao permitir a locomoção de mercadorias com mais facilidade (OLIVEIRA, 2004).

As mudanças econômicas, tecnológicas e sociais instauradas pela Europa Ocidental em meados do século XVIII, tiveram diversas etapas, também chamadas de fases. Essas etapas correspondem à evolução da tecnologia desenvolvida e às subsequentes mudanças socioeconômicas da Revolução industrial e se dividem em 04 fases conforme ilustrado na figura 02.

Figura 02 – Fases da Revolução Industrial



Fonte: Andrade (2017)

Na Figura 02, é possível observar os estágios da revolução Industrial a partir do período em que se estabeleceram, assim como o marco do avanço tecnológico de cada etapa, que serão tratadas a seguir.

#### I. Primeira Revolução Industrial: Revolução Industrial 1.0

A primeira Revolução Industrial teve início a partir do século XVIII na Europa Ocidental a partir da Inglaterra como precursora. Esse período deu início ao setor industrial, estabelecendo uma nova relação com os trabalhadores, onde houve a introdução da utilização das energias como o vapor, hidráulica e eólica na produção, assim como a substituição da mão de obra humana pela maquinofatura. Desta forma, a produção mudou, reduzindo o tempo e aumentando a produtividade, houve também uma melhor circulação das matérias-primas e dos consumidores, além de facilitar a distribuição dos bens produzidos. (NEVES; SOUZA, 2014).

Em contrapartida, a medida em que houve uma redução do número de trabalhadores, devido a substituição por maquinários nas indústrias, houve também uma diminuição do preço

dos produtos devido a busca dos artesãos pela produção caseira, fazendo com que o capitalismo se fortalecesse ainda mais. Outro ponto importante ocasionado pela Primeira Revolução Industrial foi o aumento da taxa de migração, a produção não conseguia mais manter o equilíbrio entre os produtos e as taxas de consumo e a partir daí houve uma grande busca de melhoria de vida em outros locais do mundo, como a América (ARAUJO, 2018).

## II. Segunda Revolução Industrial: Revolução Industrial 2.0

A Segunda Revolução Industrial teve seu desenvolvimento entre a segunda metade do século XIX e a Segunda Guerra Mundial no século XX. Nesse período, a industrialização atingiu países como o Japão e Estados Unidos. As mudanças ocorridas nesse período foram apoiadas em conhecimentos científicos, especialmente sobre a química e a eletricidade. O que possibilitou a criação de ferramentas extremamente importantes como os motores elétricos, o telégrafo sem fio e o rádio (ALMEIDA, 2005).

De acordo com Moraes e Fadel (2008, p.2) nessa fase, houve “[...] uma radical modificação na divisão do trabalho, o que coincidiu justamente com a descoberta de novos materiais, como o aço e o petróleo, a energia elétrica, o motor à combustão, o telégrafo, o telefone, entre outros”. Dessa forma, além da transformação dos padrões de organização da produção e do trabalho, esse período também experimentou o aprofundamento das descobertas tecnológicas e científicas, indicando que as condições observadas nessa fase são distintas da fase anterior pois além de contar com o uso racional da ciência, a própria tecnologia tende a ser monopolizada por grandes empresas.

## III. Terceira Revolução Industrial: Revolução Industrial 3.0

A Terceira Revolução Industrial, conhecida também como Revolução Tecnocientífica, teve início com o fim da Segunda Guerra Mundial no século XX. Essa fase marcou principalmente o surgimento das áreas de robótica e informática, impulsionando a transformação dos meios de comunicação e informação com o surgimento da internet e do e-commerce. Moraes e Fadel (2008, p.2) afirmam ainda que “o aparecimento e desenvolvimento do computador e a sua mais recente associação junto aos meios de comunicação já existentes, como a televisão e o telefone, confirmam a passagem para um estágio superior na produção de informações e comunicações”.

Na terceira Revolução Industrial houve ainda uma alteração dos modelos Taylorista e Fordista baseadas da hierarquia havendo uma maior inclusão do trabalhador no processo. De acordo com Fraga (2005) esse novo método de trabalho baseado no sistema de produção flexível aumentou a produtividade e começou a ser visto como o modelo ideal.

#### IV. Quarta Revolução Industrial: Indústria 4.0

Por fim, após anos de mudanças históricas, acontece a quarta Revolução Industrial, conhecida atualmente como Indústria 4.0, caracterizada pela interconexão de produtos e digitalização e produção inteligente (MORAIS e MONTEIRO, 2016). De acordo com Gaia (2016) essa etapa possui a habilidade de aperfeiçoar a gestão dos processos produtivos, de forma que hoje é possível estabelecer uma conexão desses processos virtualmente, conforme explicado pelo autor:

[...] ou seja, sem a necessidade da presença física na fábrica ou na própria residência, poderemos acionar máquinas, interligar equipamentos e seus acessórios, ligar a cafeteira para deixar um café preparado no momento de chegar a casa, adiantar tarefas domésticas, gerenciar o estoque de alimentos da dispensa e saber quando é preciso ir ao supermercado, entre outras possibilidades. (GAIA, 2016, p.1)

É possível concluir então, que nesse processo, os componentes como máquinas, poderão estabelecer uma conexão entre si, sem a intervenção humana.

#### 2.4 AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, o uso da tecnologia no canteiro de obras não está restrita apenas à execução de projetos. A utilização de softwares para a gestão de obras, por exemplo, tem se tornado cada vez mais comum através da aplicação e da integração dos processos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento, controle e encerramento, que o gerente consegue chegar nos seus objetivos.

Desta forma, essa gestão automatizada ocorre a partir do acompanhamento de dados de qualidade de controle de recursos tecnológicos e humanos. Logo, de acordo com Fuentes e Roggia (2016, p, 15) a automação pode ser entendida como “um sistema de controle pelo qual os mecanismos verificam a sua própria operação, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da intervenção do homem.”

Embora a automação diz respeito a um sistema que utiliza processos automáticos para controlar e comandar mecanismos, ela não deve ser confundida com mecanização, uma

vez que, a mecanização é baseada na utilização de máquinas para executar determinada tarefa substituindo a mão de obra humana enquanto na automação é possível fazer uma tarefa por meio de máquinas de forma inteligente, melhorando o resultado final através das pessoas por trás delas (FUENTES E ROGGIA, 2016).

Segundo Freitas (2015) existem três formas de automação, a saber:

- I. Rígida: Como o próprio nome já diz, esse tipo de sistema é caracterizado pela inflexibilidade (rigidez) de sua configuração, isso se dá pois, uma vez criada uma determinada configuração de controle, não é possível realizar alterações para que seja realizado um novo produto. É muito utilizado quando existe a necessidade de produzir grandes quantidades de produtos iguais, como por exemplo linhas de montagem de garrafas pet.
- II. Programável: O sistema de automação programável facilita a alternância na produção de produtos distintos, bastando selecionar um programa diferente no controlador para que um novo produto possa começar a ser feito. Ideal para quando o volume de produção é pouco, como por exemplo máquinas CNC (comando numérico computadorizado).
- III. Flexível: Nesse sistema existe uma grande flexibilidade para modificações na configuração do produto, ou seja, permite que mudanças sejam realizadas através de comandos fornecidos pelos operadores, como por exemplo linhas de montagem de automóveis. Devido sua flexibilidade, esse sistema de automação tem capacidade de produção maior que a automação programável e diversidade maior que automação rígida.

Na construção civil a automação está intimamente relacionada à utilização de equipamentos mecânicos ou eletrônicos que possam auxiliar na execução dos serviços (Freitas, 2015).

Ao longo dos anos se tornou necessário que as construtoras se adequassem às tecnologias oferecidas para apoio e controle do desempenho nos processos que envolvem o setor. A Revolução Industrial 4.0, caracterizada pela introdução da tecnologia no mercado, expôs o setor de construção civil a um novo cenário onde o mercado tem exigido uma maior qualificação dos novos modelos construtivos que atendam à demanda, fornecimento, mão e obra e logística da construção (ARAUJO, 2018).

Assim como nos demais setores da indústria, a integração da cadeia de valor envolvendo consumidores, fornecedores e parceiros é indispensável. Enquanto isso, um dos grandes desafios da construção civil é controlar todas as atividades existentes no canteiro de

obras e projetar a demanda, pois os principais diferenciais estão voltados para prioridades e importância, o que pode até economizar investimentos (ARAÚJO, 2018).

Nesse contexto, a automação na construção e a gestão do canteiro de obras podem não só melhorar a comunicação, mas também controlar o projeto e a qualidade, e trazer benefícios para o empreiteiro, logo, os sistemas de construção automatizados podem facilitar a gestão e trabalho do homem, inclusive substituindo-o em algumas tarefas que muitas das vezes podem ser um risco.

Ugulino (2017) acredita que em um cenário não muito distante, a construção irá adotar à metodologia parecida às montadoras de carro, onde após a finalização do projeto, será apenas a montagem da estrutura, de forma que os fornecedores entregarão o material quase finalizado (pré-fabricado, pré-moldado) e os colaboradores especializados apenas farão a montagem. Tendo isso em mente, o setor precisa estar preparado e capacitado para esse novo cenário, uma vez que, a forma como se construía à 50 anos atrás irá ficar completamente obsoleta (UGULINO, 2017).

#### **2.4.1 Sistema de Construção Automatizado X Fator Humano**

O crescimento tecnológico impulsionado (Revolução Industrial 4.0) colocou a indústria da construção civil frente a uma era, embora o setor esteja cada vez mais adotando o sistema de construção automatizado como ferramenta de ganho de produtividade e eficiência o fator humano ainda é indispensável. Como justificativa a isso, Ugulino (2017) afirma que mesmo após se adaptar ao cenário da tecnologia, a obra ainda irá precisar de encanador hidráulico, gesseiro, ou até mesmo pedreiros que façam reparos. Entretanto, algumas mudanças serão necessárias, como por exemplo, o mestre de obras precisará ter conhecimentos de tecnologias de gestão de projetos como o BIM (Building Information Modeling – Modelagem de informações da Construção) ou até mesmo esses profissionais citados anteriormente precisarão se especializar para estar à disposição do mercado, não somente em relação à mão de obra mas também em relação as inovações e a qualificação dos trabalhadores (UGULINO, 2017).

O quadro 01 mostra uma relação entre os sistemas de construção e seus requisitos físicos, cognitivos e organizacionais do homem.

- I. Físicos: ligados ao fator físico de execução da tarefa.
- II. Cognitivos: proveniente das exigências cognitivas de determinadas tarefas, ou seja, percepção, memória, raciocínio ou tomada de decisões.

### III. Organizacionais.

**Quadro 01 - Relação entre os sistemas de construção e seus requisitos físicos, cognitivos e organizacionais.**

<b>TIPO DE SISTEMA CONSTRUTIVO</b>	<b>EXIGÊNCIA FÍSICA</b>	<b>EXIGÊNCIA COGNITIVA</b>	<b>EXIGÊNCIA ORGANIZACIONAL</b>
Tradicional	Trabalhadores; Equipamentos	Trabalhadores	Trabalhadores
Mecanizado	Equipamentos	Trabalhadores	Trabalhadores
Robotizado	Equipamentos	Computadores e softwares; Meios de comunicação	Trabalhadores
Automatizado	Equipamentos	Computadores e software; Meios de comunicação	Computadores e software; Meios de comunicação

Fonte: FREITAS, 2015 (Adaptado)

Por outro lado, com o avanço da tecnologia e o surgimento de soluções que aumentem a produtividade, a economia e a sustentabilidade, a mão de obra na construção civil exige que os profissionais estejam qualificados. Devido a construção civil se envolver com conhecimentos em múltiplas áreas, a formação específica depende da atuação dos colaboradores, mas parece necessário avançar nos pontos básicos, é aí que está o pensamento e a reflexão deste trabalho (JÚNIOR, 2005).

Júnior (2005) afirma que nos canteiros de obra, a qualidade dos recursos humanos é certamente um dos fatores decisivos para o sucesso da obra, pelo que é importante ter em consideração a qualificação e avaliação do valor da mão de obra. Embora o custo seja reduzido no curto prazo, o custo da mão de obra não qualificada pode aparecer no médio e longo prazo. Os engenheiros e construtores acabarão por enfrentar problemas de trabalho, como desperdício de materiais em quantidades excessivas. Reflexões estruturais, possíveis reclamações futuras, baixa produtividade e atrasos no andamento das obras.

## 2.5 VANTAGENS DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO AUTOMATIZADO

Quando se fala em automação de processos, automaticamente vem a mente a ideia de facilidade e agilidade, entretanto, na construção civil esse não é o principal ganho.

O dia a dia de uma construção é repleto de processos que por muitas vezes são feitos manualmente podendo ocasionar erros ou incompatibilidade dos processos e conseqüentemente afetar diretamente o ganho de tempo e produtividade como a entrega do projeto ou até mesmo os lucros da empresa. Em alguns casos mais extremos pode ocorrer até risco á saúde ou a vida do homem, devido isso a automatização no canteiro de obras também é uma questão de segurança (MENEZES et al, 2015).

Nesse contexto, existem alguns processos que a construtora pode automatizar a partir do ERP (Enterprise Resource Planning ou Planejamento de recursos da Empresa) de acordo com Schultz (2020), a saber:

- **Processos financeiros:** Esses processos são fundamentais para qualquer empresa, desta forma, ao fazer a automação na construtora é ideal ter um olhar sistémico para os processos financeiros de forma que a ferramenta escolhida permita realizar as atividades de contas a pagar e contas a receber de forma rápida e segura.
- **Planeamento e Orçamentos:** Essa é quem sabe um dos processos mais importantes da obra, uma vez que o planejamento é a previsão de serviços, materiais, cronograma e equipe necessários para a execução de um projeto. É fundamental, ou seja, a falta dessa gestão pode impactar na entrega das obras ou mesmo na segurança para os clientes e colaboradores. Esses processos podem ser automatizados de forma que se tenha registro dos orçamentos e formalização do planejamento do que será comprado.
- **Gestão de estoque:** A gestão de estoque anda lado a lado com o planejamento e orçamento e, assim como os demais processos, também é fundamental na obra. Logo, é fundamental ter uma ferramenta que auxilie no controle e armazenamento de todas as informações necessárias sobre o estoque da construção.
- **Informações de clientes:** Nesse momento, saber quem são seus clientes e potenciais clientes é um dos segredos do sucesso. Se essas informações forem armazenadas corretamente em um único banco de dados, tudo ficará mais fácil.

A partir da automatização de processos, assim como a automatização dos serviços prestados, a empresa dispõe de uma gama de benefícios:

### I. Ganho de produtividade

A produtividade em um canteiro de obras é fundamental para o atendimento às metas e cronograma estabelecidos. Entretanto, a mão de obra do homem apresenta algumas limitações, ao passo que, a medida em que uma atividade repetitiva é realizada o rendimento tende a diminuir (MENEZES *et al*, 2015).

Desta forma, utilizar a automação como ferramenta de ganho de produtividade no canteiro de obras é fundamental, visto que é extremamente viável a programação de um robô ou a utilização uma máquina para executar aos mesmos processos múltiplas vezes ou dar apoio em algum processo mais trabalhoso para a mão de obra humana (SDS AUTOMAÇÃO, 2019).

Ademais, esse sistema permite estabelecer ciclos de produção mais simples e rápidos: ao invés de treinar e fiscalizar diversos funcionários, bastará inserir um comando no sistema de automação e o equipamento o executará com precisão.

### II. Redução de custos

A medida que a empresa passa a investir em automação, de forma que os processos passam a ser executados de forma mais rápida, precisa e segura, a redução de custos se torna algo real. Essa redução de custos acontece a partir de dois principais fatores de acordo com a SDS Automação (2019), a saber:

- Redução de gastos com matéria-prima: reduzir a possibilidade de erros e desperdícios da máquina, de forma que a máquina possa otimizar ao máximo o custo de trabalho dos insumos;
- Redução de gastos com direitos trabalhistas: os gastos com direitos trabalhistas são consideráveis, principalmente na área de construção civil, pois nessas áreas costumam ter custos adicionais relacionados a trabalhos perigosos e insalubres, indenizações por acidentes e aposentadorias antecipadas;

Ademais, alguns equipamentos já vem com programação de redução de matéria prima ou economia, como por exemplo, desligar automaticamente quando não estão em uso e reaproveitar automaticamente os recursos renováveis, como a água (MENEZES *et al*, 2015).

### III. Precisão e qualidade

Além de proporcionar um ganho significativo de produtividade, a automação na construção civil auxilia e garante a precisão e qualidade dos serviços executados fora e dentro do canteiro de obras.

Isso se dá devido a utilização da quantidade correta dos insumos e execução controlada e muitas vezes programada dos serviços. Ou seja, a mão de obra humana pode apresentar alterações, ora sendo com extrema precisão e ora apresentando irregularidades. Quando determinada tarefa é executada por um sistema programado, o mesmo irá trabalhar de forma que todos os parâmetros sejam atendidos (H-ZEN, 2016).

Outro fator decisivo e que implica diretamente no ganho de precisão e qualidade nos serviços no segmento de construção civil é o monitoramento de padrões de produção que também é possível através da automação. Alguns exemplos disso é a regularização da produção e a dosagem de concreto, perfuração de alicerces e de tubulações e a produção de vigas e blocos de construção (RIBEIRO, 2016).

### IV. Monitoramento remoto

A maioria dos trabalhadores e os sistemas parcialmente automatizados exigem "observação cuidadosa", o processo automatizado pode ser controlado remotamente. Para isso, basta criar um sistema de monitoramento remoto via Wi-Fi ou Bluetooth, e o sistema será integrado a um painel ou plataforma com os principais parâmetros e indicadores que você precisa controlar (SDS AUTOMAÇÃO, 2019).

### V. Vantagem competitiva

Ao implementar uma inovação tecnológica para aumentar a produtividade ou reduzir custos, a empresa automaticamente aumenta sua vantagem competitiva, pois esse trabalho será capaz de baixar preços, cortar despesas e aumentar lucros e investimentos antes de quaisquer concorrentes.

Portanto, conquista e favorece os clientes em um ritmo superior ao de seus concorrentes. Isso, sem dúvida, trará vantagens competitivas de longo prazo. Portanto, a automação se tornou o principal conteúdo da construção civil equilibrada. No mercado, está

se tornando cada vez mais óbvio que os canteiros de obras não automatizados ficam para trás em quaisquer parâmetros relevantes. Estamos diante de uma nova era em que se as construtoras quiserem continuar sobrevivendo no mercado, terão que abrir mão do medo da automação (H-ZEN, 2016).

Tendo em mente esses inúmeros benefícios da automação na construção civil, é importante destacar que além de fazer sua implantação na obra a construtora precisa garantir que a ferramenta contratada permita fazer isso de forma simples e com todas as etapas que a empresa precisa. Ademais, além da automatização, é ideal que a empresa crie fluxos que sejam capazes de simplificar ainda mais o que foi automatizado (RIBEIRO, 2016).

## 2.6 TENDÊNCIAS EM AUTOMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Como o mercado exige que as empresas aumentem sua competitividade, algumas mudanças serão feitas para aumentar a produtividade, reduzir custos e ganhar vantagem competitiva. A fim de mostrar mais do campo da automação em obras civis, algumas tendências que foram destacadas neste campo serão mencionadas.

### I. Drones

Uma das tecnologias de maior destaque atualmente no campo da construção civil são as aeronaves não tripuladas, que são chamadas de veículos aéreos não tripulados e são um pequeno robô voador comandado por controle remoto. Eles têm modelos simples e baratos que podem lidar com tudo, desde telas de SmartPhone até as telas mais complexas e profissionais que exigem seu próprio controle de rádio (ARAUJO, 2018).

Essa nova tecnologia de automação pode superar as dificuldades que antes exigiam muito tempo e altos custos, incluindo acesso seguro a pontos remotos. Com isso, a tecnologia passou a ser utilizada na engenharia civil para fotos, vídeos e coleta de dados corporativos. Agora, combinando essas imagens coletadas com o software utilizado para processar as imagens, o resultado é uma excelente análise de informações sobre o projeto ou local da pesquisa (ARAUJO, 2018).

Vale destacar que para uso dos Drones deve-se estar registrado e regulamentado no site da ANAC, de modo que estar de acordo com todos os requisitos.

## II. Impressão 3d

A impressão é feita depositando várias camadas de um determinado material em uma base específica. Existem várias maneiras de criar essa impressão, mas existem duas analogias no princípio da inovação: a capacidade de manipular objetos no espaço digital e a capacidade de formar novas formas adicionando materiais (BAIÃO, 2012).

No entanto, embora outros campos estejam utilizando essa nova tecnologia a todo vapor, a construção civil ainda dá o primeiro passo em direção a um novo conceito. O que ainda protege muitos empreendedores é o alto custo inicial dessas máquinas automatizadas devido a uma novidade no mercado. Outra dificuldade encontrada foi a falta de pessoal qualificado para manusear e instalar o equipamento. Ainda requer investimentos significativos em estruturas de apoio, treinamento, principalmente em pesquisas de transporte e armazenamento, o que dificulta seu uso efetivo (BAIÃO, 2012).

Mesmo assim, a impressão 3D de casas e edificações pode não só acelerar a velocidade de construção, mas também reduzir o custo total de construção da casa, reduzindo assim o custo de venda da casa e deixando diretamente o consumidor final ser o beneficiário.

## III. Máquinas de reboco de paredes automática

Há muitos anos, o reboco de paredes em edifícios civis é feito manualmente e com um rendimento muito baixo e, dependendo da experiência e concentração de diferentes colaboradores, apresentam qualidades diversas.

Com a automação das rebocadoras automáticas, pode-se observar a melhoria da qualidade do serviço prestado, a velocidade de execução e a produção de material também merecem destaque. A velocidade de execução da máquina é completamente melhor do que os métodos de execução tradicionais e a produção de materiais também é muito atraente. Devido à linearidade e melhor execução da camada de estuque, a espessura do material que precisa ser depositado na parede é pequena (ANGULO ET AL, 2012).

No entanto, sua desvantagem é que máquinas pesadas e grandes precisam ser implementadas e apenas o conhecimento a priori sobre como realizar a montagem é necessário. Na verdade, o acabamento das paredes costuma ser feito antes do piso, por isso os desníveis do piso são mais comuns do que o normal, o que dificulta a execução correta da máquina em várias posições. O manual mecânico ainda não está disponível em vários idiomas

e, como a empresa é em chinês e seu manual é em chinês, é difícil traduzi-lo instantaneamente (ANGULO ET AL, 2012).

#### IV. Assentadores de argamassa

O objetivo do programa de instalação de argamassa é simplificar manualmente o processo tradicional de mercado. Além de qualidade e nivelamento incomparáveis, essa nova tecnologia de automação também apresenta melhor desempenho do que a tecnologia tradicional (ARAUJO, 2018).

Ele também é conhecido por sua incrível facilidade de implementação e desenvolvimento. A única etapa que precisa ser executada é instalar a máquina nos tijolos do nível correspondente. O resultado obtido é uma pequena, mas considerável economia de matéria-prima (ARAUJO, 2018).

A nova tecnologia auxilia na uniformização da espessura do concreto em 3 dimensões, minimizando e facilitando o nivelamento da parede. Sua eficiência está na rapidez e na uniformidade da camada de concreto aplicada (ARAUJO, 2018).

#### V. Automação predial

A utilização de sistemas de automação predial tem auxiliado a área de gestão predial na integração de equipamentos e áreas, coleta e análise de dados e segurança da informação. Pensando nisso, o mercado dominou essa tecnologia, então, pensar em arquitetura moderna é pensar em automação predial. Porque essas inovações têm a vantagem de melhorar o desempenho das edificações, seja em operações gerais ou em áreas mais específicas e detalhadas (ANGULO ET AL, 2012).

As características dos sistemas de automação predial disponíveis no mercado da construção civil destacam-se em alguns aspectos: integração de áreas e equipamentos, comunicação totalmente cômoda; interface intuitiva, que pode facilmente fornecer comandos antes de dispositivos móveis populares; coleta e análise de dados, de forma a considerar como melhorar a eficiência do sistema de construção, segurança e como armazenar com segurança registros históricos e confidenciais de construção na criptografia da rede de computadores (ANGULO ET AL, 2012).

Outro ponto que precisa ser enfatizado é que, considerando o tamanho do desenho do programa para determinar que o desvio entre a operação e o plano é zero, a automação predial

facilita a instalação da infraestrutura necessária para o funcionamento da solução (ANGULO ET AL, 2012).

#### VI. Casa inteligente: *Smart Home*

Uma casa confortável é essencial para o bem-estar da família e, portanto, para sua saúde física e mental. A cada dia há mais espaço ocupado pelos eletrodomésticos na casa, que podem favorecer as atividades cotidianas, seja diversão, trabalho ou culinária (TÓFOLI, 2014).

A casa inteligente é o uso de tecnologia, sua finalidade é simplificar e automatizar algumas tarefas comuns, enquanto nas casas convencionais, será de responsabilidade dos moradores. Esta nova tecnologia pode proporcionar um ambiente confortável, seguro, prático, de lazer, tranquilo e econômico (TÓFOLI, 2014).

#### VII. Demolição silenciosa

Há várias maneiras de se demolir uma construção. Porém é observado que todas apresentam pelo menos um desconforto visual, auditivo, físico ou até mesmo stress tanto para quem está diretamente ou indiretamente ligado a essa atividade (ANGULO ET AL, 2012).

Visando minimizar todos esses itens negativos, os Japoneses apresentaram uma nova maneira, aperfeiçoada de executar essa atividade. A demolição silenciosa consiste em derrubar edifícios de cima para baixo, por meio de um trabalho oculto de um andaime móvel. Visualmente o edifício não aparenta estar sendo demolido, apenas ao médio prazo que é percebido devido a variação de altura considerável do edifício (ANGULO ET AL, 2012).

### 3 APLICAÇÃO DO ESTUDO

Com o intuito de apurar a exatidão dos dados teóricos de ganho de eficiência e produtividade entre o método de execução de serviço tradicional e a tecnologia de automação na construção civil foi realizado um estudo comparativo entre a execução real de reboco de parede da forma tradicional por assentadores e a simulação da execução pela máquina de reboco de parede automática. Os dados levantados durante o estudo, assim como os resultados obtidos serão demonstrados a seguir.

#### 3.1 TÉCNICA TRADIDIONAL DE REBOCO

A obra objeto deste estudo de caso se trata de uma residência unifamiliar construída em alvenaria de tijolos cerâmicos e, os projetos arquitetônico e estrutural foram desenvolvidos por um Engenheiro Civil da cidade de Pirenópolis GO. A figura 03 ilustra a planta de layout do projeto. Nela pode ser observada a arquitetura da casa.

**Figura 03 – Planta de Layout**



Fonte: Projeto arquitetônico, (2020).

A execução da construção teve início em agosto de 2020 após o recebimento do projeto arquitetônico e projetos complementares. Desta forma, após o levantamento da alvenaria, execução da cobertura, instalações elétrica e hidráulica da obra, deu-se segmento á fase de acabamento. Nessa etapa foi observada a execução do reboco da residência durante 03 dias, onde o serviço foi acompanhado de forma detalhada afim de coletar os dados relativos a produtividade na execução do serviço.

Anteriormente a execução da camada de reboco, as paredes de alvenaria ja haviam sido preparadas com as chamadas de chapisco e emboço, que conforme foi visto, se tratam respectivamente da primeira e segunda camada do acabamento de argamassa. O serviço foi executado anteriormente devido a necessidade de cura do concreto antes do recebimento da próxima camada, uma vez que o tempo médio de cura do chapisco convencional é de 03 dias, enquanto o tempo médio de cura do emboço é de 07 dias.

Como o reboco diz respeito a uma camada de argamassa responsável por revestir a parede para posteriormente receber o acabamento, é importante que a execução siga um traço, ou seja, uma medida para que a argamassa tenha a quantidade correta de cada material. Para garantir a qualidade da argamassa, é preciso que a mistura respeite a quantidade de material necessário além de conter uma mistura homogênea. Para isso, foi utilizado o traço (3:2:1) que corresponde a:

- 03 baldes de areia.
- 02 baldes de cal.
- 01 balde de cimento.

Os equipamentos utilizados para a execução formam:

- Desempenadeira.
- Colher de pedreiro.
- Régua de alumínio de 2,50 m.

Com a argamassa pronta seguindo o traço citado acima, os trabalhadores iniciaram o processo de rebocar a parede. Inicialmente foi feito o taliscamento da parede, que nada mais é do que a definição da espessura do reboco, isso auxilia a execução do sarrafeamento. Após o taliscamento, a próxima etapa foi a aplicação da argamassa na parede e posteriormente o sarrafeamento.

As figuras 04 e 05 ilustram a execução do reboco na residência.

**Figura 04 – Sarrafeamento do reboco.**



Fonte: Autores (2020).

**Figura 05 – Reboco**



Fonte: Autores (2020).

A execução do reboco acompanhada para o estudo foi desempenhada na obra de acordo com as etapas a seguir:

1. Preparação da argamassa.
2. Umidecimento da superfície da parede.
3. Aplicação da argamassa na parede, utilizando a colher de pedreiro e desempenadeira.
4. Espalhamento da argamassa, a fim de ficar homogênea na superfície.
5. Sarrafeamento.

O serviço foi realizado por 02 profissionais, conforme visto na figura três, sendo 01 pedreiro e 01 ajudante de pedreiro. Para obter um melhor resultado para a comparação, o serviço foi acompanhado durante três dias de trabalho e os dados referente a produtividade dos trabalhadores foram anotados. O quadro 02 demonstra a produtividade de cada dia.

**Quadro 02 – Relação da produtividade em 3 dias.**

	<b>HORÁRIO DE TRABALHO</b>	<b>M<sup>2</sup> REBOCADO</b>	<b>TOTAL M<sup>2</sup> DIA</b>
1 ° DIA	8:00 às 12:00	12	32
	13:00 às 17:00	20	
2 ° DIA	8:00 às 12:00	13,4	29,4
	13:00 às 17:00	16	
3 ° DIA	8:00 às 12:00	12	31
	13:00 às 17:00	19	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir desses dados, tem-se uma produtividade média é igual a 30,8 m<sup>2</sup> por dia.

### 3.2 MAQUINA DE REBOCO AUTOMÁTICA

A comparação entre as duas técnicas foi realizada a partir da máquina de reboco projetada pela marca BullX JET. Essa máquina conta com um microcomputador responsável por grande parte do trabalho e, fica a cargo do profissional controlar o volume de projeção da argamassa, assim como a velocidade e sentido da bomba e se quer o auxílio de ar comprimido ou não. A máquina conta com:

- 1 Bomba de transporte e projeção (interno)
- 1 compressor de ar Schulz (interno)

- 1 pistão flexível
- 20 metros de mangueira de transporte com engates rápidos
- 20 metros de mangueira de ar com engates rápidos
- 1 pistola para projeção
- 2 ponteiros de borracha para pistola de projeção
- 1 quadro de comando elétrico (interno)
- 1 reservatório para massa
- 2 metros de mangueira de captação com engates rápidos
- Manual completo da máquina

A Figura 06 ilustra uma foto da máquina.

**Figura 06 – Máquina de reboco automática BullX JET**



Fonte: BullX JET (2020)

De acordo com as especificações da BullX JET (2020), para a aplicação do reboco utilizando a máquina é necessário a disposição de 03 profissionais. Assim como no método manual é preciso que um profissional faça o taliscamento da parede, sendo assim, o primeiro ficará responsável por mestrar a parede, ou seja, fixar as taliscas para garantir a espessura do reboco, o segundo profissional é responsável por lançar a argamassa na base, e o terceiro profissional responsável por sarrafear o reboco, garantindo que a superfície fique lisa e uniforme, respeitando a espessura estabelecida na talisca.

A figura 07 ilustra a posição de cada profissional na utilização da máquina de reboco automática.

**Figura 07 - Utilização da máquina de reboco automática.**



Fonte: BullX JET (2020)

### 3.2.1 Especificações técnicas

#### I. Alcance:

- Acima na vertical: testado até 20 metros
- Abaixo na vertical: testado até 60 metros
- Horizontal: testado até 40 metros
- Testes feitos com traço-de-obra com aditivo plastificante
- Bombeamento e/ou projeção com granulometria acima de  $6\text{mm}^3$  sem aditivo apresentou riscos de entupimento da mangueira de massa.
- Massas feitas na obra sem equilíbrio de granulometria podem causar entupimentos da mangueira de massa.

#### II. Bombeamento e projeção:

- Chapisco:  $\pm 600\text{m}^2/\text{hora} = 4.800\text{m}^2/\text{dia}$  (podendo chegar a  $6.000\text{m}^2/\text{dia}$ )
- Reboco:  $\pm 100\text{m}^2/\text{hora} = 800\text{m}^2/\text{dia}$  (podendo chegar a  $1.000\text{m}^2/\text{dia}$ )

#### III. Painel de comando:

- Chave geral (liga/desliga)
- Luz piloto
- Botão de comando do compressor (liga/desliga)
- Indicador de alarme visual/sonoro
- Botão de regulagem de vazão
- Botão de acionamento da bomba (avanço/reverso)
- Botão de emergência (parada total)
- Controle remoto (pneumático) na pistola de projeção

As demais especificações técnicas podem ser verificadas no Anexo A.

### 3.3 RESULTADOS: ARGAMASSA MANUAL X PROJETADA

A partir dos dados apresentados nas duas técnicas de execução do reboco é possível destacar alguns pontos com relação ao rendimento, qualidade do serviço, velocidade de execução e a produção de materiais.

O primeiro ponto a ser destacado está relacionado a espessura da argamassa. O reboco precisa ter a camada entre 5mm e 2cm, mantendo a base lisa e pouco porosa, para receber a pintura ou outro tipo de revestimento. Conforme demonstrado nas seções 2.1 e 2.2 ambos os procedimentos necessitam que seja feito o taliscamento para que o sarrafeamento seja feito de maneira uniforme. Entretanto, devido o fato de a projeção manual da argamassa não ocorrer de maneira uniforme uma vez que, pode ser lançada em diferentes quantidades em cada local, é exigido um maior esforço durante o sarrafeamento. Ao utilizar a máquina de reboco automática, a vazão da argamassa pode ser regulada, sendo assim a projeção da argamassa na parede acontece de maneira uniforme, facilitando assim o sarrafeamento, logo, devido à linearidade e melhor execução da camada de reboco, a espessura do material que precisa ser depositado na parede é pequena facilitando assim o atendimento da espessura mínima exigida.

Outro quesito muito importante que merece destaque nesse comparativo, é que a utilização da argamassa projetada pela máquina dispensa a realização do chapisco, que deve ser aplicado antes do reboco com a principal finalidade de proporcionar uma melhor aderência da camada posterior. Consequentemente, de modo geral a falta de aplicação do chapisco torna a execução do serviço mais rápida.

No que diz respeito a limitação de altura, sem que ocorra perda de eficiência o alcance da máquina pode chegar a até 20 metros acima quando lançada na vertical, 60 metros abaixo quando lançada na vertical e 40 metros na horizontal. Conforme apresentado nas especificações. Já em relação ao método manual, a altura de alcance fica limitada, especialmente na vertical. No caso apresentado no estudo, a casa possui um pé direito de 2,80 metros, dessa forma, para obter um melhor alcance para o lançamento da argamassa, sarrafeamento e finalização do reboco da parte superior da parede o trabalhador precisou do auxílio de um andaime.

Em relação a velocidade de execução, a máquina apresenta uma produtividade completamente melhor do que o método de execução tradicional, e a saída de materiais também é muito atraente. A fim de comprovar essa afirmação, foram realizados alguns cálculos de produtividade com base em uma análise financeira.

Conforme apresentado no quadro 02, a média de produção levantada por dia dos 02 trabalhadores foi de 30,8 m<sup>2</sup> por dia, totalizando aproximadamente 3,85m<sup>2</sup> por hora de serviço. Levando em consideração que a carga horária é de 8 horas por dia e o custo diário do

pedreiro é de R\$150,00 e do servente é de R\$ 100,00. Obteve-se um custo total de mão de obra de R\$ 750,00 para a produção de 92,4 m<sup>2</sup> de reboco em 03 dias.

Enquanto isso a máquina, tem uma capacidade de rendimento de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> por hora, conforme as especificações, levando-se em consideração que o equipamento irá trabalhar com um rendimento mínimo de 60m<sup>2</sup> por hora, durante as 8h por dia e utilizando 03 trabalhadores necessários (01 pedreiro e 02 serventes), onde o custo diário do pedreiro é de R\$150,00 e do servente é de R\$ 100,00, é possível obter um rendimento de 1.440m<sup>2</sup> de reboco em 03 dias para uma mão de obra de R\$ 1.050,00.

O resumo da análise financeira pode ser observada no quadro 03.

**Quadro 3 – Análise financeira Argamassa manual X Projetada**

	<b>PEDREIROS</b>	<b>SERVENTES</b>					
	Custo/Dia	Custo/Dia	<b>Valores para 01 dia de trabalho</b>		<b>Valores para 03 dias de trabalho</b>		
	R\$ 150,00	R\$ 100,00	Custo Total	Produção	Custo Total	Produção	<b>Custo m<sup>2</sup></b>
<b>PROCESSO TRADICIONAL</b>	1	1	R\$ 250,00	30,8m <sup>2</sup>	R\$ 750,00	92,4m <sup>2</sup>	R\$ 8,11
<b>MAQUINA BULLX JET</b>	1	2	R\$ 350,00	480m <sup>2</sup>	R\$ 1.050,00	1.440m <sup>2</sup>	R\$ 0,73

Fonte: Autores (2020)

A partir desses dados conclui-se que é possível finalizar os mesmos 92,4 m<sup>2</sup> feitos a partir do método tradicional utilizando apenas 01 dia e com um custo total de mão de obra de R\$ 350,00.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Construção Civil precisa acompanhar a inovação do mercado para minimizar seus tradicionais e conhecidos problemas de baixa produtividade. Esses problemas nos afetam há décadas e foram minimizados, mas não foram resolvidos da maneira mais eficaz.

A automação trouxe melhorias de eficiência e aumento da jornada de trabalho, abrindo um novo mercado de trabalho para empresas especializadas em fabricação de máquinas, carga e descarga e manutenção. Além disso, outra vantagem da automação de processos é o aumento do tempo e da produtividade. Com a ajuda de processos automatizados, as empresas podem se concentrar em atividades estratégicas mais importantes sem ter que realizar atividades mecânicas. Portanto, a automação pode não só economizar recursos e finanças, mas também melhorar a qualidade de vida diária dos cidadãos, trazendo assim meio ambiente, economia, bem-estar e saúde.

O investimento em automação será uma estratégia muito acertada para melhorar as condições econômicas do país, não só em termos de implantação, mas também em termos de desenvolvimento e manutenção. Além de um conjunto de automação e especialização da mão de obra, os resultados de eficiência são enfatizados na quantificação. Custos de produção e custos finais de produção. O ser humano tem mais capacidade de superação a cada dia, isso é prestigioso e valorizado.

Foi possível verificar também que a engenharia civil atingiu um ponto crítico de necessidade de mudanças. Clientes, construtores, empreiteiros, fabricantes de máquinas automatizadas, investidores e trabalhadores qualificados se beneficiarão com as mudanças destinadas à automação. Além de trazer equipamentos de grande ajuda para a população brasileira, a população brasileira experimentará um envelhecimento muito acentuado nas próximas décadas. Os resultados são consistentes com as visões iniciais dos alunos deste trabalho.

Embora o estudo tenha sido feito a partir do embasamento teórico através do comparativo, foi possível concluir que em tese a automação realmente proporciona ganho de produtividade e eficiência no canteiro de obras. Utilizar equipamentos automatizados ajuda não só o trabalhador como o financeiro da empresa e do cliente.

#### 4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar um estudo pratico sobre a viabilidade da utilização da máquina de reboco automática, levando em consideração custos com aquisição ou aluguel, produção da argamassa e retrabalhos verificados *in loco*.
- Estudar a trajetória da Revolução Industrial até a Indústria 4.0 dentro da Construção Civil Brasileira.
- Realizar um estudo sobre a automação no canteiro de obras em relação a ergonomia no trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. R. **O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial.** Artigo. Espaço Acadêmico, Maringá, 2005.
- ANDRADE, Pedro Simões Antunes de Moura. **A quarta revolução industrial e sua relação com a produtividade atual: uma revisão da literature.** Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- ARAÚJO, Edgar Oliveira. **Um estudo de automação visando o aumento de produtividade na construção civil.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.
- ANJOS, Ana Carolina dos Passos dos. **Comparação ergonômica: aplicação de argamassa manual x aplicação de argamassa projetada.** Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.
- ANGULO, Sergio; CASTRO, Alessandra; NOGUEIRA Thais; TEIXEIRA, Cláudia. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação.** Artigo Técnico de Engenharia Sanitária e Ambiental: São Paulo, 2011.
- BAIÃO, FRANCISCO. **Funcionalidades e Tecnologias da impressora 3D.** Universidade São Francisco: Itatiba, 2012.
- BARTUCCI, Maria Júlia. Vantagens e desvantagens da alvenaria de vedação e alvenaria estrutural. Alicerce. 2019. Disponível em: <https://www.alicercejr.com/post/alvenaria-vedacao-e-alvenaria-estrutural-qual-a-melhor-escolha-para-sua-obra>. Acesso em: 02 de novembro de 2020.
- BULLX JET. **Características técnicas BullX JET.** BullX JET. 2020. Disponível em: <http://www.bullx.com.br/caracteristicas-tecnicas.php>. Acesso em: 02 de novembro de 2020.
- CAMPOS, Maria Helena Arranhado Carrasco. **A construtibilidade em projectos de edifícios para o ensino superior público em Portugal.** Dissertação. Universidade do Minho, 2002.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- CHIARA, I. D. et al. **Normas de documentação aplicadas à área de Saúde.** Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2008.
- FILHO, A. T. **O desafio de gerenciar prazos em projetos.** Integração. 2009. Disponível em: [https://impriamo.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Revista\\_Integracao-Univ\\_S\\_J\\_Tadeu.pdf](https://impriamo.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Revista_Integracao-Univ_S_J_Tadeu.pdf). Acesso em: 28 de setembro de 2020.
- FORTES, Délcio Pereira. **Noções de Construção Civil e Desenho Arquitetônico.** Montes Claros: Rede e-Tec Brasil, 2015.

FRAGA, A. B. **Da rotina à flexibilidade: análise das características do fordismo fora da indústria**. Artigo. Revista Habitus. Rio de Janeiro, 2005.

FREITAS, Jean Tharley de. **Automação Na Construção Civil**. TCC. Universidade Estadual de Goiás. 2015.

FUENTES, Rodrigo Cardozo; ROGGIA, Leandro. **Automação Industrial**. Universidade Federal de Santa Maria. Rede e-Tec Brasil: 2016.

GABRIELE, Aline. **Saiba o que é gerenciamento de obras e qual a sua importância!**. Voi Seguros. 2018. Disponível em: <https://voiseguros.com.br/seguro-de-obra/o-que-e-gerenciamento-de-obras>. Acesso em: 29 de outubro de 2020.

GAIA, P. **A quarta revolução industrial e as tendências tecnológicas no segmento de equipamentos, máquinas e acessórios industriais**. Artigo. Revista O Papel. 2016.

H-ZEN. **Quais as vantagens da automação de processos no setor de construção?**. H-ZEN. 2016. Disponível em: <http://www.hzen.ind.br/blog/quais-as-vantagens-da-automacao-de-processos-no-setor-de-construcao/>. Acesso em: 27 de setembro de 2020.

HANSEN, Sandro. **Gestão Socioambiental: Meio Ambiente na Construção Civil**. SENAI/SC, Florianópolis, 2008.

JOHNSTON, Robert; SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

JÚNIOR, Aldo Alvim Rodrigues Ferreira. **A avaliação de competências para qualificação de profissionais na construção civil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. 2005.

MARTINS, Flávia Souza. **Ferramentas de gerenciamento e gestão da construção: estudo de caso em obra de edificações**. TCC. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MENEZES, Felipe Moraes. Et al. **Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista: Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0**. Artigo. Espacios. 2015

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Tudo sobre construção civil: um guia para sua obra**. Mobuss Construção. 2019. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/precisa-saber-sobre-construcao-civil/>. Acesso em: 29 de setembro de 2020.

MORAES, C. R. B.; FADEL, B. **As Tecnologias da informação e a cultura organizacional: suas implicações no ambiente informacional das organizações**. Artigo. Encontro de Pesquisadores do UNI-FACEF, 2008.

MORAIS, R. R.; MONTEIRO, R. **A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio. Artigo. Simpósio internacional de gestão de projetos, inovação e sustentabilidade.** São Paulo. 2016.

NEVES, Antonio. **Qual a diferença entre chapisco, emboço e reboco?.** Blok. 2019. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/chapisco-emboco-reboco#:~:text=O%20embo%C3%A7o%20%C3%A9%20a%20etapa,receber%2C%20enfim%2C%20o%20reboco>. Acesso em: 02 de novembro de 2020.

NEVES, Daniel; SOUSA, Rafaela. **Revolução Industrial.** Brasil Escola. 2014. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm#:~:text=A%20Revolu%C3%A7%C3%A3o%20Industrial%20foi%20iniciada,p%20or%20James%20Watt%2C%20em%201765>. Acesso em: 14 de outubro de 2020.

OLIVEIRA, David Henrique Maia de. **Metodologia de controle de custos em obras.** TCC. Faculdade de tecnologia e ciências sociais aplicadas – FATECS, Brasília, 2014.

OLIVEIRA, Valéria Faria. **O papel da Indústria da Construção Civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional.** Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria. Taubaté, 2012.

OLIVEIRA, Elisângela Magela. *Transformações no mundo do trabalho, da revolução industrial aos nossos dias.* Universidade Federal de Uberlândia. 2004.

PEREIRA, Caio. **O que é alvenaria?.** Escola Engenharia. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria/>. Acesso em: 03 de novembro de 2020.

SDS AUTOMAÇÃO. **Construção civil: Por que devo investir em automação?.** SDS Automação. 2019. Disponível em: <https://www.sdsautomacao.com.br/single-post/construcao-civil-por-que-devo-investir-em-automacao>. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

SCHULTZ, Feliz. **Conheça as 7 vantagens da automatização de processos.** Bom Controle. 2020. Disponível em: <https://bomcontrole.com.br/vantagens-automatizacao-de-processos/>. Acesso em: 27 de setembro de 2020.

TÓFOLI, Ricardo José. **Casa Inteligente – Sistema de Automação Residencial.** Fundação Educacional do Município de Assis: Assis, 2014.

UGULINO, Janilton Maciel. **A 4ª Revolução Industrial Transformando a Construção Civil.** 2017. Disponível em: <https://www.engenheirocriativo.com.br/artigo/a-4-revolucao-industrial-transformando-a-construcao-civil> Acesso em: 27/07/2020.

**ANEXO A**  
**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**  
**MAQUINA DE REBOCO AUTOMÁTICO BULLX JET**

[Conhecendo](#)[Loja on-line](#)[Classificados](#)[Fique por dentro](#)[Contato](#)

# BullX

Máquinas para Construção Civil

[View in English version](#)

## Características técnicas BullX JET

Capacidade máxima de bombeamento : **3.0 m<sup>3</sup>/hora** (conforme fluidez do material)  
(nominal)

Produção : de 0.2 até 2.5 m<sup>3</sup>/hora ou de 3.33 litros a 41.66 litros por minuto (teste com argamassa traço-de-obra sem aditivo plastificante)  
de 0.2 até **3.0 m<sup>3</sup>/hora** ou de 3.33 a 50 litros por minuto (teste com argamassa traço-de-obra **com** aditivo plastificante de alta qualidade)

bombeamento e projeção de:

- chapisco: +/- 600m<sup>2</sup>/hora = 4.800m<sup>2</sup>/dia (podendo chegar a 6.000m<sup>2</sup>/dia)
- reboco : +/- 100m<sup>2</sup>/hora = 800m<sup>2</sup>/dia (podendo chegar a 1.000m<sup>2</sup>/dia)

\* valores médios, podendo variar de acordo com a composição da massa utilizada, estrutura física e logística da obra, altura de bombeamento, comprimento da mangueira, etc)

Granulometria : para bombeamento: máximo de 1 cm<sup>3</sup> a 10% (sem danos à bomba)  
para projeção: máximo de 6 mm<sup>3</sup> a 10% (sem danos à bomba)

Alcance (sem perda de eficiência) : - acima na vertical: testado até 20 metros  
- abaixo na vertical: testado até 60 metros  
- horizontal: testado até 40 metros  
- testes feitos com traço-de-obra com aditivo plastificante  
- bombeamento e/ou projeção com granulometria acima de 6mm<sup>3</sup> sem aditivo apresentou riscos de entupimento da mangueira de massa.  
- massas feitas na obra sem equilíbrio de granulometria como recomendamos (granulometrias diferentes, uso da cal, aditivos plastificantes) podem causar entupimentos da mangueira de massa

Pressão de aplicação : Ar:

- máxima: 140 psi (9,65 bar)
- mínima: 100 psi (6,89 bar)

Massa:

- máxima: até 14 kgf/cm<sup>2</sup> (199,12 psi / 13,72 bar)  
(conforme fluidez do material)

Mangueira de transporte : 20 metros com **1 polegada de diâmetro** interno  
com engates rápidos

Mangueira de ar : 20 metros com **5/16" de diâmetro** interno  
- com engates rápidos

Acionamento : motor principal: moto-redutor de **3 CV**, 220 Volts, **trifásico**  
compressor de ar: **1 CV**, 220 Volts, **mono/bifásico**

Força de saída no eixo principal : relativo a **60 CV** em 60Hz

**Precisa  
de ajuda?  
envie-nos  
um e-mail**





- alterações na máquina)  
esquema de ligação simples (sem alterações na máquina):
- 220 monofásico com ligação fase + neutro
  - 220 bifásico com ligação fase + fase
  - 220 trifásico com ligação fase + fase
  - 380 trifásico com ligação fase + neutro
  - 440 trifásico com ligação fase + neutro
  - 660 trifásico com ligação fase + neutro

Em todas as ligações elétricas é obrigatória a ligação do aterramento.

---

Consumo elétrico : Motor principal: 2.2 KWh  
Compressor: 0.7 KWh

---

Total: 2.9 KWh

---

Níveis de ruído : **Na máquina**

- Parada ligada..... 56 dB
- Bomba acionada..... 70 dB
- Compressor e bomba acionados.. : 85 dB



**Na pistola de projeção**

- Bombeando massa..... 65 dB
- Projetando (plena operação). ..... 90 dB



- 
- Consumíveis : - Pistão flexível interno  
- Ponteira de borracha da pistola de projeção  
- Mangueira de transporte de massa  
- Mangueira de ar de alta pressão
- 

- Painel de comando : - chave geral (liga/desliga)  
- luz piloto  
- botão de comando do compressor (liga/desliga)  
- indicador de alarme visual/sonoro  
- botão de regulação de vazão  
- botão de acionamento da bomba (avanço/reverso)  
- botão de emergência (parada total)  
\* controle remoto (pneumático) na pistola de projeção



- 
- Manutenção preventiva : Verificação e reaperto de parafusos diversos da parte elétrica (podem se soltar devido à vibração causada pelo uso contínuo da máquina);  
Limpeza das mangueiras de sucção e transporte;  
Limpeza da pistola de projeção.
- 

- Manutenção periódica : Troca do óleo do compressor de ar Schulz interno (90 ml - MS LUB Schulz)  
1ª troca: com 8 horas de serviço  
2ª troca: com 40 horas de serviço após a 1ª troca  
Demais trocas: a cada 200 horas de serviço ou 2 meses  
Troca da correia em caso de desgaste excessivo (3V-315)
- 

Peso : aproximadamente 138.5 Kg (kit completo: +/- 202.5kg)

---

Dimensões : Máquina:

- Comprimento: 83 cm
- Largura: 70 cm
- Altura: 79 cm

Reservatório:

- Comprimento: 102 cm
- Largura: 64 cm



Conhecendo

Loja on-line

Classificados

Fique por dentro

Contato

Medidas em centímetros



Entrega/transporte : FOB Londrina-Paraná

Cubagem :	Volume 1 (Máquina)	Volume 2 (Reservatório)
- Comprimento:	94cm	- Comprimento: 110cm
- Altura:	97cm	- Altura: 78cm
- Largura:	79cm	- Largura: 78cm
- Peso (aprox):	160Kg	- Peso (aprox): 65Kg
Peso total do conjunto: 225Kg		

Obs: a diferença de peso refere-se à embalagem para transporte terrestre

Garantia : 1 (um) ano contra qualquer defeito de fabricação.

Excluem-se da garantia o desgaste normal dos consumíveis (veja acima).

Exclui-se a garantia total se houver alteração das características originais da máquina e seus acessórios.

- Problemas conhecidos : - traço-de-obra: entupimentos da mangueira da massa desde que não (e resolvidos) respeitadas as recomendações na composição da massa (conforme manual do usuário);
- gesso: entupimento da mangueira de massa (utilização do gesso incorreto, utilizado gesso rápido com secagem em 10 minutos - impróprio para projeção);
  - energia elétrica: acionamento constante do alarme (ligação incorreta, feita em 110 Volts ou fornecimento de amperagem abaixo do ideal para trabalho: 20 ampéres ou superior);
  - problemas de sucção: entrada de ar falso na sucção da massa (alavancas dos engates rápidos mal fechadas ou excesso de sujeira nas conexões rápidas)

Limitações conhecidas : - Argamassas colantes (para assentamento de azulejos);

[Conhecendo](#)[Loja on-line](#)[Classificados](#)[Fique por dentro](#)[Contato](#)

- Concreto;
- Gesso de secagem rápida;
- Massas compostas com granulometria alta como base sem equilíbrio de granulometria fina/média;
- Massas não projetáveis ou não adaptáveis à processos de bombeamento e projeção.

Composição do sistema completo : 1 Bomba de transporte e projeção (interno)  
 1 compressor de ar Schulz (interno)  
 1 pistão flexível  
 20 metros de mangueira de transporte com engates rápidos  
 20 metros de mangueira de ar com engates rápidos  
 1 pistola para projeção  
 2 ponteiros de borracha para pistola de projeção  
 1 quadro de comando elétrico (interno)  
 1 reservatório para massa  
 2 metros de mangueira de captação com engates rápidos  
 Manual completo da máquina

Veja o quadro comparativo da **BullIX JET** e suas concorrentes.

Treinamento feito por técnicos experientados e especializados diretamente na fábrica.



BullIX Máquinas para Construção  
 Civil  
 CNPJ: 17.127.001/0001-02  
 R. Estoril, 310 - Londrina-PR

Fábrica: (43) 3328-8840

(43) 99601-6765

vendas@bullix.com.br

Currir 558

Financiamentos ou consórcios? [Clique aqui.](#)

### Mapa do site

#### Conhecendo

- por que a BullIX é melhor?
- a máquina
- características técnicas
- o que já foi testado com a BullIX JET
- rendimento de máquina de projeção
- fotos e vídeos
- comparativos BullIX JET X outras
- o cimento
- a cal
- aditivo plastificante
- a massa/argamassa/traço
- a argamassa estabilizada
- o chapisco
- o reboco
- como calcular o material
- planilha para calcular o material
- comparativo Homem X Máquina
- segredos para projetar seu traço-de-obra
- filme: consistência ideal para projeção
- Outras máquinas (estator e rotor, coluna, etc)

#### Loja on-line

- BullIX JET
- peças e acessórios
- régua trapezoidal
- Aspirador ASP 120
- Aspirador Truck 200
- Prensa para esfihas

#### Locação de máquinas PUTZMEISTER

- bomba de concreto rebocável TK40
- bomba de concreto rebocável TK50
- bomba de concreto rebocável TK70
- projetora de argamassa e gesso P13 DMR KA 230
- projetora de argamassa e gesso P13 EMR KA 230
- projetora de argamassa e gesso S5 EV
- projetora de argamassa e gesso S5 EV/TM

#### Classificados

Regiões onde profissionais utilizam a BullIX

#### Fique por dentro

- Financiamentos ou consórcios
- Patente BullIX JET
- Regiões onde a BullIX está presente
- Missão, visão, valores...
- O que os clientes dizem...
- Assistência técnica
- Perguntas & Respostas
- Parcelas & Clientes
- Sinistros (lista negra)
- Feiras da Construção Civil

#### Notícias da Construção Civil

- Gesso projetado garante bom acabamento
- Revista Exame - Construção Civil
- Revista Veja
- PniWEB - Arquivo de notícias
- Fórum da construção
- Globo.com
- Estadão
- Guia Construir e Decorar - Edição 04



**Conhecendo**

**Loja on-line**

**Classificados**

**Fique por dentro**

**Contato**

- Acabamento projetado - Revista técnica
- Escassez de mão de obra abre espaço para projeção mecanizada de argamassas - Revista Construção Mercado
- Bairro Intelro está em construção no Paraná
- RPCTV - Tecnologia invade canteiros de obras
- Sobram vagas na construção civil (Jornal Hoje)
- Construtoras apostam na tecnologia para enfrentar a falta de mão de obra (Jornal Nacional 27/01/2011)
- Argamassa projetada aumenta a produtividade da obra - Sinduscon - DF