



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA  
VITOR ABEL FRAGNANI DAGOSTIN

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS  
EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

TUBARÃO

2017

VITOR ABEL FRAGNANI DAGOSTIN

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS  
EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade do Sul de Santa  
Catarina como requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Rangel Pereira dos Santos

TUBARÃO

2017

VITOR ABEL FRAGNANI DAGOSTIN

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS  
EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

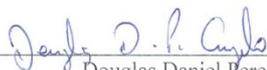
Tubarão, 30 de novembro de 2017.



Professor e orientador Rangel Pereira dos Santos, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professor Walter Olivier Alves, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



Douglas Daniel Pereira Angelo, Eng.

Hahn Engenharia

“A Priscila e minha Família: Alzira, Argemiro, Felipe e Franchesca.”

## Agradecimentos

Primeiramente eu gostaria de agradecer a minha família pela ajuda que me deram neste projeto. Eu agradeço a minha esposa, Priscila Felipe Modolon, pois sem ela, eu jamais teria forças para continuar nessa jornada ao me dar suporte nos momentos difíceis.

Eu agradeço ao curso de Engenharia Civil da Unisul por me dar esta oportunidade de aprendizado ao longo destes últimos anos, em especial meu professor orientador Rangel Pereira dos Santos por me ajudar a executar este desafio com clareza e dedicação.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos, que me ajudaram nesta última fase do curso a concluir este trabalho, e a indústria de jogos e cinematográfica por me trazerem alegria e me ajudarem a manter a sanidade.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia.”

William E. Deming

## **Resumo**

A engenharia civil contém um campo vasto de atuação, porém ainda com poucos avanços tecnológicos se comparados as outras indústrias. A busca de conhecimento por novos processos através de pesquisas é de fundamental importância a fim de dar um passo neste caminho. O uso de equipamentos têm sido uma maneira de aprimorar as técnicas nos canteiros de obras por aumentar a eficiência dos colaboradores, o que reduz custos diretos e indiretos, além de potencial economia de material. Para a análise dessa eficiência, necessita-se reconhecer quais são os pontos de potencial aprimoramento, buscar conhecimento da área e implementar os equipamentos. No entanto, por motivos sócio-econômicos, muitas empresas de construção preferem não investir por não conseguirem enxergar os potenciais benefícios destas melhorias. O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é fazer um estudo de caso de forma exploratória e quantitativa onde três trabalhos, os quais são a medição de nível, o corte de parede e a pintura, feitos por métodos tradicionais são comparados com técnicas em que equipamentos mais modernos no mercado são implementados dentro de uma construção predial. Estes equipamentos são o nível a laser, a fresadora de parede e a máquina pulverizadora de tinta. Assim, tem-se uma base de estudo e uma comparação para análise estatística, onde possível, além de observações feitas em campo. Nota-se que a implementação destes equipamentos melhorou a eficiência dos colaboradores da empresa, além de diminuir a exposição destes a riscos de ambientes de trabalho e a quantidade de material utilizado, em alguns casos.

Palavras chaves: Eficiência. Equipamentos. Análise.

## **Abstract**

Civil engineering holds a vast action field, however it has still a few technological advances if compared with other industries. The search for knowledge through research is of fundamental importance in order to take a step in this way. The use of equipment has been a way to improve the techniques in the construction sites by increasing the efficiency of the employees, which reduces direct and indirect costs, as well as potential material savings. For the purpose of analyze this efficiency, it is necessary to recognize the potential improvement points, seek knowledge of the area and implement the equipment. Nevertheless, for social-economic reasons, many construction companies prefer not to invest, as they can't see the potential benefits of these improvements. The purpose of this Course Completion Work is to make a case study in an exploratory and quantitative way, where three working activities, leveling, wall cut, and painting, done by traditional methods are compared with techniques in which more modern equipment in the market are implemented in a building construction. These equipments are the self leveling laser, wall cutting machine and airless painting machine. Thus, there is a basis for study and comparison in order to make statistical analysis, if possible, in addition to field observations. It is noted that the implementation of these equipments improved the efficiency of the company's employees, but also reducing their exposure to workplace hazards and, in some cases, the amount of material used.

Key words: Efficiency. Equipment. Analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplo de ferramentas utilizadas na idade dos metais (a) e exemplo de ferramentas usadas no século XX (b).....	17
Figura 2:Necessidade de conhecimento da produtividade da mão de obra.....	18
Figura 3: Explicação de produtividade.....	21
Figura 4: Martelo demolidor e quebra de estaca (a) e colaborador com vibrador por imersão (b).....	23
Figura 5: Grua transportando tijolos (a) e elevador cremalheira(b).....	24
Figura 6: Marcação de nível com mangueira de nível.....	25
Figura 7: Marcação de nível com uma máquina de nível a laser .....	26
Figura 8: Caixa de PVC 4x2, colocação da caixa no local (etapa 1) e chumbamento com argamassa (etapa 2) .....	26
Figura 9: Serra mármore usada para cortar a parede .....	27
Figura 10: Corte de parede com fresadora e colocação dos condutores elétricos.....	28
Figura 11: Pintura com rolo.....	28
Figura 12: Exemplos de rolos para pintura: rolo de lã de carneiro (a), de poliéster (b), para efeito decorativo (c) e anti-gota (d). Acabamento para textura (e) e decorativo (f).....	29
Figura 13: Exemplos de trinchas: de cerdas pretas (a), de cerdas gris (b) e de cerdas brancas (c).....	29
Figura 14: Gesso como substituto para o reboco de parede (a), forro de placas de gesso (b), forro de gesso acartonado (c).....	30
Figura 15: Exemplo de compressor com pistola de pintura e processo de pintura com compressor.....	32
Figura 16: Exemplo de máquina e pistola para pintura por pulverização e modo de trabalho deste tipo de pintura.....	33
Figura 17: Fresadora de parede LCP 2000 e fresa de 1 pol.....	35
Figura 18: Serra mármore GDC 14-40, disco adiamantado V3 e picareta pequena .....	35
Figura 19: Nível a laser GLL 2-15 e mangueira de nível.....	36
Figura 20: Máquina de pintura pulverizadora Graco 390 PC, rolo 23 cm anti-gota e pincel 2.1/2” da atlas .....	36
Figura 21: Área de pintura de parede dentro do apto .....	36
Figura 22: Imagens do empreendimento da pesquisa com fachada (a), planta baixa humanizada do apartamento de 3 quartos (b), de 2 quartos (c) e do andar térreo (d) ....	37
Figura 23: Tabela de anotação para o trabalho de medição de nível.....	38

Figura 24: Tabela de anotação para o trabalho de corte de parede.....	38
Figura 25: Tabela de anotação para o trabalho de pintura.....	38
Figura 26: Curva normal .....	39
Figura 27: Marcação de nível com mangueira de nível (a), com nível a laser (b) e chumbamento da caixa de PVC (c) .....	41
Figura 28: Corte de parede com serra mármore (a), quebra dos tijolos com martelo e talhadeira (b), corte com a fresadora de parede (c) e tubulação dentro da parede (d)....	46
Figura 29: Preparo da tinta (a), pintura com rolo (b) e limpeza do rolo (c) .....	50
Figura 30: Pintura com pulverizadora (a) e limpeza da pulverizadora (b).....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores críticos de distribuição Dn .....	40
Tabela 2: Variação do tempo por caixa chumbada com nível a laser .....	42
Tabela 3: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com nível a laser .....	42
Tabela 4: Teste de Kolmogorov-Sminorv com as amostras ajustadas com nível a laser	43
Tabela 5: Variação do tempo por caixa chumbada com mangueira de nível .....	44
Tabela 6: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com mangueira de nível .....	44
Tabela 7: Teste de Kolmogorov-Sminorv com as amostras ajustadas com mangueira de nível .....	45
Tabela 8: Variação do tempo por metro de parede cortada e a média dos valores com fresadora .....	47
Tabela 9: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com fresadora de parede .....	47
Tabela 10: Variação do tempo por metro de parede cortada e a média dos valores com serra mármore .....	48
Tabela 11: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com serra mármore .....	48
Tabela 12: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras ajustadas com serra mármore	49
Tabela 13: Dados dos métodos tracional e com máquina pulverizadora .....	51

## LISTA DE SIGLAS

PBQP-H: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat

NR-18: Norma Regulamentadora 18

ICE: *International Electrotechnical Commision* (Comissão Internacional de Eletrotécnica, em tradução livre)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	TEMA.....	19
<b>1.1.1</b>	<b>Delimitação do tema .....</b>	<b>19</b>
1.2	OBJETIVO GERAL.....	19
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>19</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	19
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	21
2.1	PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	21
2.2	INFLUÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS .....	23
<b>2.2.1</b>	<b>Marcação de nível para chumbamento .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Corte de parede.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Pintura de parede e teto .....</b>	<b>28</b>
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	O MÉTODO DA PESQUISA .....	34
3.2	FERRAMENTAS E MATERIAIS.....	34
3.3	ANÁLISE .....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1	MARCAÇÃO DE NÍVEL PARA CHUMBAMENTO .....	41
4.2	CORTE DE PAREDE .....	46
4.3	PINTURA DE PAREDE .....	50
5	CONCLUSÃO.....	53
6	REFERÊNCIAS .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

A engenharia e sua forma de pensar está presente desde o momento em que o ser humano precisou desenvolver métodos para aumentar a chance de sobrevivência. Um desses métodos foi utilizar materiais que estavam disponíveis a sua volta para auxiliar em seu trabalho cotidiano. Ao utilizar pedra, madeira e ossos de animais, foi-se criando utensílios que melhoravam as condições de vidas das pessoas. Criava-se assim as primeiras ferramentas, as quais eram usadas para caçar, coletar frutas, cortar árvores e alimentos, cavar, entre outras funções necessárias. De acordo com o dicionário, ferramenta significa conjunto de instrumentos e utensílios empregados a um ofício, instrumento (PRIBERAM, 2017)

Após a descoberta e uso dos metais, as ferramentas ficaram mais fáceis de serem criadas e manipuladas para as mais específicas funções, além de serem mais duráveis. As ferramentas de bronze e, posteriormente, aço, estenderam as possibilidades de melhorias em todas as áreas. Alguns exemplos dessas ferramentas são mostradas na Figura 1a. Para a área da construção não foi diferente, sendo que ferramentas para perfurar, cavar, martelar e elevar facilitaram os métodos construtivos ao longo do tempo, como podemos ver alguns exemplos de furadeira na Figura 1b. A invenção dos motores a vapor, a combustão e elétrico alavancaram rapidamente a evolução das ferramentas, pois com uma máquina de grande porte, uma pessoa poderia fazer o trabalho mais rápido e eficientemente que várias pessoas, o que agiliza a função destinada.(LEÃO, 2014)

Figura 1: Exemplo de ferramentas utilizadas na idade dos metais (a) e exemplo de ferramentas usadas no século XX (b)



Fonte: EQUIPE DE OBRA, 2008; GEORGIA, 2016

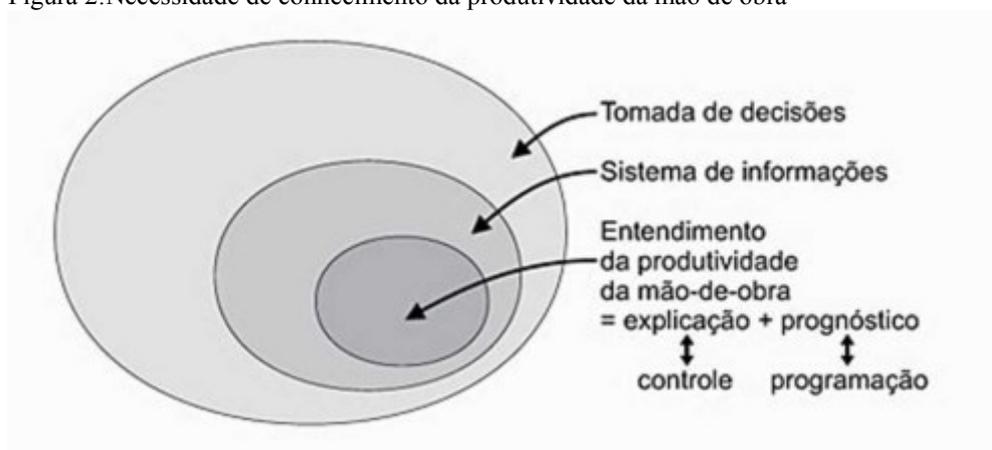
Devido a alta competitividade que a indústria da construção civil gerou e a falta de mão de obra qualificada, muitas empresas tem investido para melhorar a qualidade e o desempenho com o auxílio de programas como ISO 9001 e Programa Brasileiro da Qualidade

e Produtividade no Habitat (PBQP-H), este último focado na construção civil. A utilização destes programas visa avaliar de forma sistêmica o desempenho, de maneira a direcionar quais pontos precisam melhorar a fim de sempre buscar a melhoria contínua. Como base, um programa de melhoria funciona por meio estabelecimento de metas, priorização de ações, identificação de problemas, controle e melhoria dos processos. (LANTELME, 1994)

Em vista de melhorar o desempenho da mão de obra, muitas empresas tem lançado no mercado ferramentas que prometem aumentar a eficiência e qualidade dos serviços sem comprometer o orçamento das obras. Muito desses equipamentos tem substituído ou anulando algumas funções e trabalhos, o que acaba por diminuir a necessidade de grande quantidades de pessoas. Outro motivo para as empresas investirem em ferramentas é o excesso de mão de obra com pouca experiência, o que se traduz em baixa produtividade, de acordo com Hugo Rosa, presidente da Método Engenharia. (CALEIRO, 2014)

Indicadores de qualidade e produtividade são fundamentais para que as empresas possam conhecer seus limites e poder aumentar a eficiência nos pontos de gargalo. Contudo, diversos estudos apontam que um dos motivos do baixo desenvolvimento tecnológico da construção civil se deve a baixa eficiência do gerenciamento das obras, pois existe pouca coleta de dados e retroalimentação de informações. Assim sendo, as empresas têm dificuldade em medir o seu nível de competitividade, o que também leva ao precário planejamento. Poder quantificar o ganho de eficiência na mão de obra ao se utilizar uma ferramenta nova é de grande importância para o planejamento da empresa e das obras feitas por ela, como representado na Figura 2. Atrelado a isso, também está a potencial economia de material ligado ao que esta ferramenta proporciona. (LANTELME, 1994; NAVARRO, 2005)

Figura 2: Necessidade de conhecimento da produtividade da mão de obra



Fonte: DE SOUZA, 2006

Assim sendo, este trabalho utiliza-se de uma pesquisa exploratória e quantitativa para prover um estudo de caso a fim de avaliar o ganho de desempenho na mão de obra ao

trocar-se técnicas tradicionais de construção por ferramentas com potencial de melhora na eficiência do colaborador em alguns trabalhos. Faz-se uma revisão bibliográfica, a qual aborda os temas de interesse da pesquisa e uma pesquisa em campo para levantamento de dados e análise estatística das situações. Neste estudo, os trabalhos são o corte de paredes para tubulações, a marcação de nível e a pintura de paredes.

## 1.1 TEMA

Medir a eficiência da mão de obra de três frentes de serviço dentro da construção civil e comparar com técnicas que utilizam equipamentos mais atuais no mercado.

### 1.1.1 Delimitação do tema

Este tema limita-se em comparar três atividades dentro de um canteiro de obra de construção predial, os quais são a marcação de nível, o corte de parede e a pintura de parede, dentre os diversos trabalhos que ocorrem durante o mesmo período, ao utilizar equipamentos acessíveis na região da cidade de Tubarão – SC.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Verificar o aumento de eficiência pela implementação das ferramentas nível a laser, fresadora de parede e máquina de pintura por pulverização em uma obra de construção predial na cidade de Tubarão - SC, por meio da mensuração do tempo da mão de obra e cálculo de eficiência.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- Procurar por informações para compor a revisão bibliográfica relacionado ao assunto;
- Explicar o motivo de averiguar a eficiência da mão de obra na construção civil;
- Avaliar uma metodologia para medir a eficiência das ferramentas nas obras;
- Criar uma planilha de controle para a coleta dos dados com indicadores de desempenho referente as ferramentas escolhidas;
- Fazer a medição necessária de acordo com o método escolhido para cada ferramenta;
- Analisar os resultados das medições feitas e utilizar métodos estatísticos;

## 1.3 JUSTIFICATIVA

As ferramentas são itens importantes na construção civil por possibilitarem o aumento da produtividade da mão de obra. Por falta de comprovação de sua eficácia através de

indicadores, poucas empresas investem de forma adequada em equipamentos, e assim é comum observar obras com técnicas construtivas que podem ser consideradas obsoletas, inseguras e/ou ineficientes. (LANTELME, 1994)

Pelo fato de muitos processos da construção de edifícios serem considerados artesanais, deve-se pensar que aumentar a eficiência da mão de obra significa diminuir o tempo de construção da obra e/ou o consumo de matéria prima. Junto a isto está o custo, ligado direta e indiretamente ao processo. Procedimentos que criam indicadores de produção podem mostrar oportunidades de melhorias nos processos. (DE SOUZA, 2006) Além disso, o planejamento adequado que leva em consideração as ferramentas pode proporcionar um grande acréscimo de produtividade dos trabalhadores. (DA SILVA, 2016)

Por estes motivos, objetivou-se mensurar a eficiência da mão de obra ao introduzir no processo ferramentas de alto potencial de melhoria, como nível a laser, fresadora de parede e máquina de pintura por pulverização, para averiguar a produtividade ao se utilizar tais equipamentos.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está distribuído em introdução, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussão e conclusão.

A introdução situa o leitor no tema deste trabalho, além de mostrar a sua limitação, o objetivo geral, os objetivos específicos e a justificativa.

A segunda parte, a revisão bibliográfica, abrange a importância da produtividade da mão de obra para construção civil, como as ferramentas podem auxiliar neste aspecto e explica quais são os procedimentos levados em consideração nesse estudo de caso.

Na metodologia está explicado sobre a maneira que a pesquisa foi feita e os pontos a serem observados. No próximo capítulo, encontram-se os resultados da análise e uma discussão das observações feitas.

Por último, conclui-se o trabalho com esclarecimento dos resultados e faz-se as considerações finais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, abrange-se a importância da produtividade da mão de obra para construção civil, como as ferramentas podem auxiliar neste aspecto e quais ferramentas foram utilizadas para este estudo de caso.

### 2.1 PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é uma das que mais crescem em todo o mundo atualmente. Contudo, ela é a que menos avança tecnologicamente, seja com equipamentos ou técnicas para o seu vasto campo de atuação. Entre os motivos dessa lenta abordagem de novas metodologias para a construção de edificações, destaca-se o baixo grau de escolaridade dos profissionais de frente da área, o comportamento nômade desse tipo de indústria, o baixo salário pago a esse perfil de colaborador e a alta rotatividade dos funcionários do campo. (DE SOUZA, 2006)

Assim como em qualquer indústria, o planejamento dos recursos financeiros, dos recursos humanos, dos recursos de maquinários e dos projetos é fundamental para poder gerenciar a obra. E um cronograma que alia todos esses pontos permite ao engenheiro tomar decisões com poucas chances de erro, como alterar uma metodologia construtiva ou fazer melhoramentos nos equipamentos. (DA SILVA, 2016)

Tais escolhas podem ser decisivas para o momento de construir, pois podem alterar a forma que o projeto é executado, procurando-se sempre aumentar a produtividade em comparação com experiências anteriores. Produtividade pode ser vista como a eficiência de uma função para criar a entrada em um processo, o qual espera-se determinada saída. Esta explicação está representada de forma simples na Figura 3. (DE SOUZA, 2006) Desta forma, pode-se averiguar a produtividade em função do tempo necessário que um colaborador precisou para levantar uma certa área de parede com tijolos cerâmico, por exemplo.

Figura 3: Explicação de produtividade



Fonte: DE SOUZA, 2006

A produtividade está relacionada a todos os recursos ligados a indústria e como eles são utilizados. Ou seja, para aumentar a produtividade, precisa-se buscar a otimização da mão de obra, do espaço físico, dos insumos, das técnicas de gerenciamento, dos meios de transporte, da informatização, dentre outros. (AZEVEDO, 2016) Todos estes fatores representam custos diretos e indiretos, os quais estão presentes em todo o momento da obra. Isto demonstra a importância de poder gerenciá-los da melhor forma possível.

Dentre os fatores ditos anteriormente, a mão de obra e os insumos são os de maior influência nos custos da obra. Contudo, para o projeto de uma obra, caso possa ser alterado o material utilizado para um de menor valor agregado, desde que não ofereça alteração de processo, o valor da mão de obra continua a mesma. Além disso, por boa parte dos processos da construção ainda serem considerados artesanais, existe um grande esforço humano para poder construir um edifício, e atrelado a isso estão os custos referentes a este esforço. Assim, verificar possíveis formas de aumentar a produtividade do trabalhador acarreta na diminuição dos custos da obra de forma que possa executar um projeto com materiais de maior qualidade. (DE SOUZA, 2006)

Assim como em qualquer indústria, existem diversas variantes que influenciam na eficiência da mão de obra dos colaboradores. Estes fatores podem ser classificados em ligados ao conteúdo, como os diferentes tipos de acabamentos em pinturas para paredes externas e internas, a variação das vigas ao longo da mesma laje, composições diferenciadas das argamassas usadas para reboco, entre outros, assim como estes fatores podem estar ligados ao contexto em que o serviço acontece, como a mudança entre pintar uma parede com rolo ou com máquina por pulverização, preparar a argamassa colante com uma colher de pedreiro ou com um batedor de massa, utilizar a cadeirinha ou o balacinho para fazer a pintura externa, assim como outros fatores. (DE SOUZA, 2006)

Aumentar a produtividade também significa diminuir as perdas referentes a tal serviço. As perdas podem ser classificadas de acordo com o seu controle, assim sendo vistas como evitáveis e inevitáveis, de acordo com a sua natureza, chamadas de diretas ou indiretas, ou de acordo com o momento de incidência da perda. Para as perdas referentes aos materiais utilizados na obra, existem diversas origens, como problemas de fabricação, falta de planejamento por parte dos projetistas ou pela empresa, atitudes vindas da direção da empresa, as quais não prezam pela eficiência, material comprado em desacordo com o planejamento ou ineficácia da mão de obra em produzir de acordo com o planejamento. (SOIBELMAN, 1993)

## 2.2 INFLUÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS

Nos últimos 100 anos, a construção civil aumentou a sua produtividade em 50 vezes, o que indica um crescimento anual de 4%. Parte da responsabilidade desse resultado foi a implantação de sistemas de controle de qualidade, os quais demonstraram onde estavam os gargalos dos processos, e assim as possíveis melhorias. Entre estas melhorias está o uso de equipamentos mais eficientes, pois estes podem aumentar a agilidade do processo, reduzir o consumo de material e/ou diminuir o tempo de transporte dentro da obra. Como na construção civil boa parte do trabalho é manual, a mecanização trás grandes benefícios para que os colaboradores trabalhem de forma mais eficiente e segura. (DE SOUZA, 2006)

Encontra-se no mercado muitas ferramentas, de diversos tamanhos e modelos, para auxiliar os trabalhos nas obras de construção civil e aumentar a eficiência dos colaboradores e da obra em geral. Uma ferramenta que auxilia na fundação da obra é o martelo demolidor, mostrado na Figura 4a. Ele é utilizado para arrasar o topo das estacas, fazendo com que a ferragem fique exposta a fim de se conectar com a ferragem dos blocos. O martelo elétrico substitui o martelo e a ponteira manual, assim agilizando um processo que costuma ser oneroso e demorado. (BLOG KAUSBEN, 2015)

Figura 4: Martelo demolidor e quebra de estaca (a) e colaborador com vibrador por imersão (b)

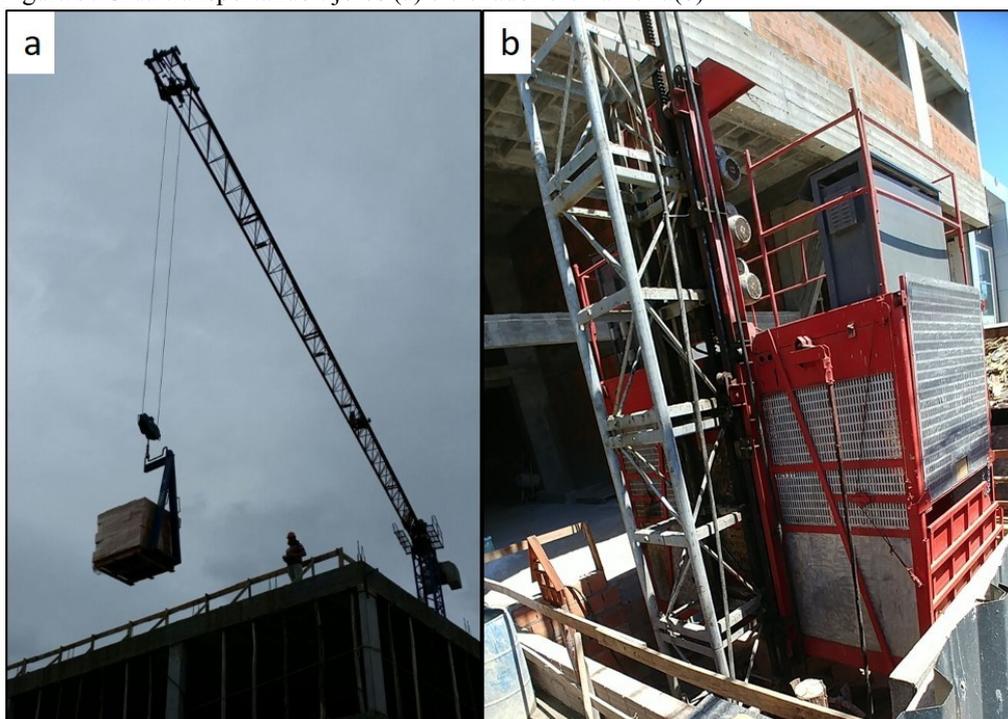


Fonte: PORTAL BOSCH, 2017, PORTAL OLDRA ENGENHARIA, 2017

Já para usar no adensamento do concreto durante a concretagem de uma estrutura, pode-se considerar o vibrador por imersão, visualizado na Figura 4b. Esta ferramenta auxilia no adensamento por utilizar uma mangueira de aço, a qual vibra e adensa o concreto, além de ser leve e compacta, o que facilita no transporte e no trabalho. Se feito de maneira correta, o adensamento aumenta a resistência mecânica do concreto por diminuir os espaços vazios, o excesso de água no interior do concreto e a formação de bolhas de ar. (BLOG ROYAL, 2017)

A grua, por exemplo, é um equipamento de grande porte, a qual auxilia no transporte de diversos tipos de cargas, como ferragens, caixarias e blocos, como aparece na Figura 5a. Em obras onde a agilidade é essencial, uma ferramenta como esta pode acelerar em muito o ritmo de todo o processo de movimentação, além de requerer de menos operários para tal função. Entre os pontos-chaves para o melhor uso da grua estão o modelo, a localização dentro do canteiro de obras, o tamanho da lança e a carga que ela pode suportar. (PORTAL CONSTRUÇÃO, 2009)

Figura 5: Grua transportando tijolos (a) e elevador cremalheira(b)



Fonte: Próprio Autor, 2017

Outro equipamento de grande porte de destaque é o elevador de carga. Este, assim como a grua, auxilia no transporte vertical de cargas, porém pode também transportar pessoas. Obras com mais de 7 pavimentos é obrigatório o uso de elevador para pessoas, de acordo com a Norma Regulamentadora 18 (NR-18). Existem dois modelos de elevadores atualmente, o de cabo de aço e o cremalheira (Figura 5b), e ambos tem suas limitações de carga e tamanho. A obra precisa ser planejada para que o elevador seja utilizado com a maior eficiência possível ao

ser colocada em local estratégico, a fim de diminuir a distância entre os trabalhos executados e o elevador. (PORTAL CONSTRUÇÃO, 2009)

Observa-se dessa forma como os equipamentos aumentam a eficiência e agilidade na obra. Devido a situação encontrada nas obras da empresa onde foi feito o estudo de caso, foi possível fazer a observação de apenas três trabalhos onde ocorre a troca de ferramentas por outras com o intuito de aumentar a produtividade.

### 2.2.1 Marcação de nível para chumbamento

A marcação do nível e o chumbamento são feitos pelo pedreiro, profissional da área habituado para tal função. Marcar o nível serve para transportar as referências de altura entre vários pontos a fim de se estabelecer um plano horizontal. Faz-se quando não existe a possibilidade de marcar a altura individualmente ou é muito difícil de se fazer devido as barreiras encontradas durante a construção. A maneira comumente conhecida é feita ao medir-se a altura em um ponto específico com uma trena e então passar para outros pontos utilizando-se uma mangueira de nível preenchida com água por meio do princípio de vasos comunicantes. Para isto, necessita-se de dois colaboradores, onde cada um fica em um das extremidades da mangueira e levanta a ponta de maneira que o menisco formado pela água fique na marcação da altura desejada. Durante a movimentação da mangueira, a água tende a se movimentar, e por isto o colaborador na outra ponta precisa esperar até que o menisco desta extremidade fique imóvel, a fim de poder marcar o nível neste outro local. A Figura 6 mostra dois colaboradores fazendo a marcação de nível. (PORTAL EDUCAÇÃO, 2013)

Figura 6: Marcação de nível com mangueira de nível



Fonte: D'ALCANTARA, 2016

Uma das maneiras de substituir a mangueira de nível é utilizar um nível que emite um feixe de laser em forma de ponto ou linhas, também conhecido com nível a laser. O laser usado nesse tipo de equipamento é classificado como tipo 2, de acordo com o *International Electrotechnical Commission* (IEC – Comissão Internacional de Eletrotécnica, em tradução

livre), o que significa que é seguro para exposições não intencionais e observações não prolongadas, menores de 0,25s, tem potência baixa e está na faixa de frequência de onda do visível (entre 400 e 780  $\mu\text{m}$ ). Neste caso, é comum o laser estar nas cores verde ou vermelha. (BRANDALIZE; PHILIPS, 2002)

Na Figura 7 pode-se ver um exemplo do funcionamento do nível a laser de linha, onde o laser aparece nos anteparos, como as paredes e o chão, e pode ser usado como referência para transferir o nível entre todos os pontos desejados. De acordo com alguns fabricantes, a precisão dos modelos deste tipo de máquina pode variar entre 0,03 mm/m a 0,4 mm/m. (PORTAL BOSCH, 2017, PORTAL DEWALT, 2017)

Figura 7: Marcação de nível com uma máquina de nível a laser



Fonte: PORTAL BOSCH, 2017

Neste estudo de caso, a marcação do nível é feita para que sejam chumbadas as caixas de PVC de embutir para interruptores e tomadas (Figura 8), os quais serão colocadas em outra etapa da obra. O processo de chumbamento consiste em utilizar argamassa de relação cimento e areia média de 1:3, além de água, para manter o material a ser chumbado dentro da alvenaria, como no exemplo representado na etapa 1 e 2 da Figura 8. (CAIXA, 2016)

Figura 8: Caixa de PVC 4x2, colocação da caixa no local (etapa 1) e chumbamento com argamassa (etapa 2)



Fonte: PORTAL CELESP, 2017; TK2REFORMAS, 2010

### 2.2.2 Corte de parede

O corte de parede para a colocação dos condutores elétricos é feito pelo eletricitista ou um auxiliar de eletricitista. Considera-se, para fim deste estudo de caso, que tradicionalmente o corte de parede ocorre com o corte da alvenaria com uma serra mármore para demarcação do posicionamento da quebra, e então a quebra da parte demarcada da alvenaria com o auxílio de uma pequena picatera ou martelo e talhadeira, como está mostrado Figura 9 juntamente com resultado final do trabalho. Uma serra mármore consiste de um motor elétrico de uma determinada potência e utiliza um disco de corte para poder cortar o material desejado. Para cada tipo de material, existem alguns modelos de disco, como para piso e azulejo cerâmico, alvenaria cerâmica ou estrutural, concreto ou madeira. A escolha do disco correto e da potência necessária para o trabalho aumenta a eficiência do equipamento, pois este irá auxiliar no corte do material e necessitará de menos esforço. (BLOG FER. KENNEDY, 2016; HOWARD, 2013)

Figura 9: Serra mármore usada para cortar a parede



Fonte: BLOG FER. KENNEDY, 2016

A substituição destas ferramentas pela fresadora de parede visa reduzir uma etapa deste processo, pois ocorre a quebra direta da alvenaria ao longo do trecho projetado, ao invés de apenas o corte. A fresadora é uma máquina elétrica com potência suficiente para girar uma fresa com dentes de vídia de maneira que ela quebra o material necessário. Para fim deste estudo de caso, não foi encontrado uma fresa para diversos materiais, assim o fabricante aponta que a vida útil da fresa seja referente ao material cortado, sendo que a quebra do concreto faça com que a fresa dure menos em comparação do processo em alvenaria. Um exemplo de corte de parede com uma fresadora aparece na Figura 10, assim como a colocação dos condutores elétricos dentro do corte feito. (BLOG MÁQUINA BRASIL, 2016)

Figura 10: Corte de parede com fresadora e colocação dos condutores elétricos



Fonte: PORTAL CORTAG, 2017

### 2.2.3 Pintura de parede

Para muitos, o processo de pintura na construção civil predial tem a função estética, por conferir acabamento a obra. Contudo, a pintura também protege o substrato, para que diminua as chances de aparecimento de patologias. Além disso, o acabamento pode ser considerada como um indicador da qualidade da obra e deve seguir procedimentos, a fim de atingir a melhor qualidade possível. Por exemplo, é recomendado que a pintura com a trincha ocorra sempre na mesma direção, para que a tinta seja distribuída homogeneamente. E para que o processo de pintura seja eficiente, as ferramentas também precisam estar adequadas para este trabalho. Atualmente, a maneira tradicional da pintura predial ocorre com a utilização rolo de pintura e trincha, como apresentado na Figura 11. (DA CUNHA, 2012)

Figura 11: Pintura com rolo

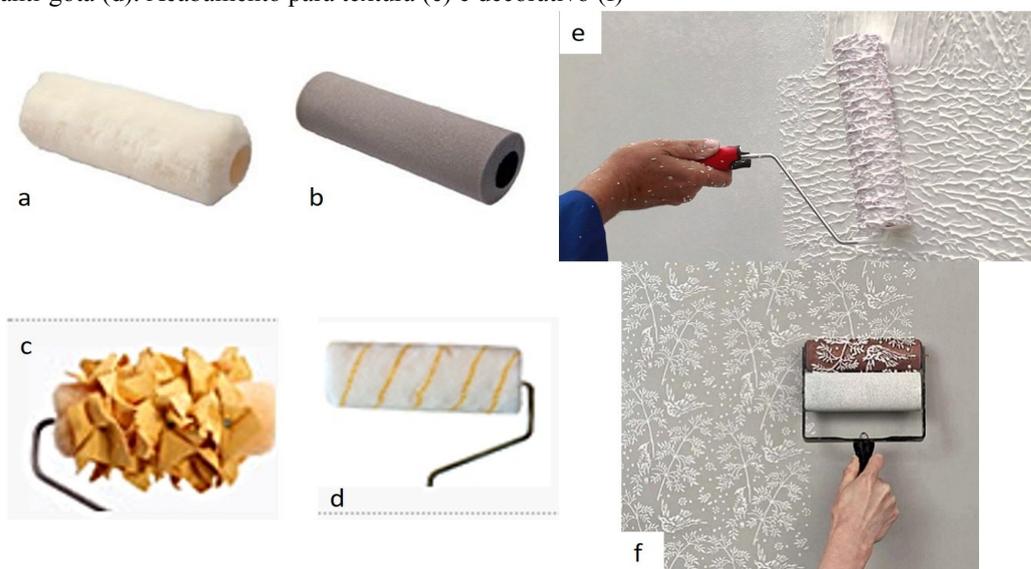


Fonte:ROSSI, 2017

Existem vários modelos de rolos, exemplificados na Figura 12, como rolo de lã de carneiro, usado com tinta a base de água para pintar superfícies rugosas, semirrugosas e texturas, o qual pode ter o pêlo de tamanhos variados, o que modifica a qualidade do acabamento e eficiência da tinta. Há também o rolo de pele de carneiro, de lã mista, de lã sintética, de poliéster, para vernizes e tintas a óleo; de espuma rígida, para pintura com textura; anti-gota, a qual tem a função de economizar a tinta; rolo com efeito decorativo, a fim de colocar

efeitos diferenciados na parede; entre outros, sendo cada um para um tipo específico de acabamento em parede.(MARTINS, 2012) Os efeitos de textura e decorativo podem ser vistos Figura 12 (e,f).

Figura 12: Exemplos de rolos para pintura: rolo de lã de carneiro (a), de poliéster (b), para efeito decorativo (c) e anti-gota (d). Acabamento para textura (e) e decorativo (f)



Fonte: MARTINS, 2012; PORTAL BONDE, 2012, PORTAL OLIVEIRA MELO, 2015, PORTAL TINTAS E PINTURA, 2012

Para as trinchas, deve-se escolher de acordo com o acabamento desejado e a tinta a ser utilizadas. Alguns exemplos de trinchas podem ser vistas na Figura 13. As trinchas de cerdas pretas são indicadas esmaltes sintéticos, óleos vernizes e zarcão, para pintar sobre alvenaria, madeira e metais. As de cerdas gris são usadas normalmente para pintura com tinta latex, PVA e a base água, enquanto as trinchas com cerdas brancas são indicadas para pintura com vernizes e resinas sintéticas.(MARTINS, 2012) O tamanho das cerdas e o volume destas também influencia no acabamento, pois cerdas mais longas oferecem maior cobertura de pintura. (PORTAL CASTOR, 2011)

Figura 13: Exemplos de trinchas: de cerdas pretas (a), de cerdas gris (b) e de cerdas brancas (c)



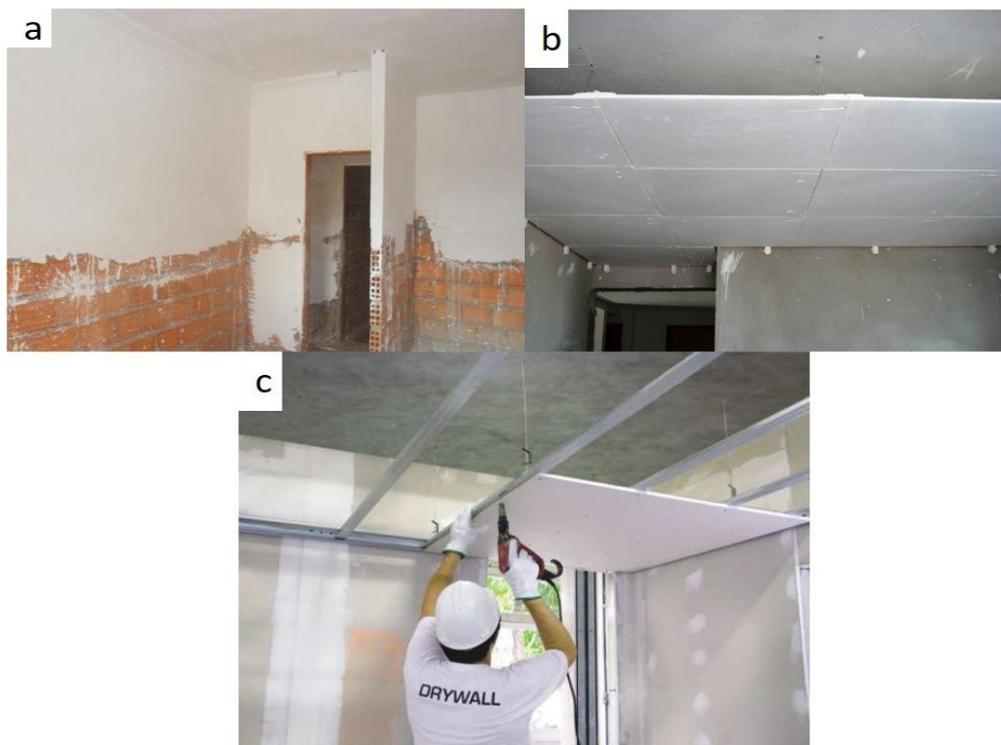
Fonte: MARTINS, 2012

Assim como as ferramentas, o tipo e qualidade da tinta, assim como o acabamento da superfície a ser pintada, são essenciais para o melhor acabamento da pintura. Visualmente, é difícil de se diferenciar entre os tipos de tintas existentes, exceto pela superfície da pintura e para as tintas para textura. A função da tinta é criar uma camada protetora contra interpéries,

corrosão e/ou infiltração para o substrato, além de efeito decorativo. A cor da tinta é uma variável que deve-se levar em consideração, pois alguns pigmentos podem desbotar e perder a coloração mais facilmente que outros. Assim como a pintura de fachadas e telhados com cores claras, pois ajudam a refletir o calor do sol, o que pode diminuir em poucos graus a temperatura do ambiente interno. (PORTAL POLITINTAS, 2014). E para cada superfície existe um tipo de tinta que terá a aderência adequada para proteger esse material.

Além do reboco, o gesso pode ser utilizado para dar acabamento as superfícies, ou ser utilizado como forro. Em alguns casos, uma mistura de gesso com agregados confere ao material a possibilidade de substituir a massa de reboco. O forro de gesso é uma forma simples de agregar valor estético e facilitar a distribuição de luminárias e tubulações elétrica, de água e ar-condicionado pelo apartamento. Há duas maneiras tradicionalmente conhecidas para este forro, com gesso em placas ou gesso acartonado. Em ambos os casos, há a necessidade de fazer uma correção da superfície com massa de acabamento, como massa corrida, o que confere o alisamento da superfície. Esses 3 tipos de gesso são mostrados na Figura 14. (BLOG PLANTAS DE CASAS, 2015)

Figura 14: Gesso como substituto para o reboco de parede (a), forro de placas de gesso (b), forro de gesso acartonado (c)



Fonte: BLOG DECORSALTEADO, 2016; BLOG DO GESSEIRO, 2016

Para os vários tipos de substratos, existem acabamentos que são feitos antes da pintura. O fundo preparador, ou primer, é utilizado como primeira camada entre a tinta e a superfície do reboco, metal ou madeira, e tem função de melhorar a aderência da tinta, isolar

quimicamente a tinta do substrato e uniformizar a absorção da tinta ao longo do material. A massa corrida a base de PVA tem função de corrigir grandes irregularidades na superfície do reboco ou gesso e confere um acabamento liso. Porém este material tem baixa resistência a umidade, ou seja, não é indicado para áreas externas. A massa acrílica, assim como a massa corrida, serve para corrigir imperfeições, contudo é mais quimicamente estável, e assim é utilizado para áreas externas ou úmidas, como acabamento em banheiro, cozinha e lavanderia. (BLOG CASA SHOW, 2015; DA CUNHA, 2012)

A tinta é composta de pigmentos, veículo e aditivos. Os pigmentos são compostos sólidos orgânicos ou inorgânicos e tem a propriedade de opacidade, estabilidade à luz, ao calor e aos agente de corrosão, e conferem a tinta o brilho e resistência mecânica. O veículo tem componentes voláteis e não voláteis, os quais conferem a tinta a propriedade de evaporar durante a secagem, homogeneizar a película, melhorar a adesão à base e aumentar a resistência química. Os aditivos conferem propriedades a tinta de acordo com a necessidade, como aumentar a consistência, ser fungicida e inseticida e aumentar a elasticidade. Estes componentes da tinta podem deixar resíduos, os quais precisam serem filtrados antes do processo de pintura. (DA CUNHA, 2012)

As tintas mais comuns para alvenaria são as látex PVA e as látex acrílicas, diferenciando-se pela resina utilizada e aplicabilidade. São tintas indicadas para pintura interna ou externa, dependendo da qualidade da tinta e são, normalmente, à base de água. Enquanto a tinta látex PVA não é indicada para áreas úmidas devido a baixa resistência a lavabilidade, a tinta látex acrílica pode ser usada como impermeabilizante. Esta também tem a opção em acabamento tipo fosco, o qual destaca menos as imperfeições das paredes, porém é menos resistente a limpeza; semi-brilho, com mais resistência a limpeza, porém deixa transparecer mais os defeitos no reboco ou massa corrida; e acetinado, o qual confere um toque mais refinado na pintura. (PORTAL ABRAFATI, 2013, PORTAL LEROY MERLIN, 2013)

O uso de esmalte, verniz e tinta a óleo são recomendados para pintura de madeiras e metais. São materiais a base de solventes thinner ou água raz, os quais requerem cuidados extras devido ao risco de contaminação química que estes produtos podem oferecer. Para as madeiras, a pintura também reduz o envelhecimento do substrato e a absorção de água, o que diminui a deterioração do material. Para os metais, o esmalte ou tinta a óleo pode evitar a corrosão da superfície pintada. (PORTAL ABRAFATI, 2013)

A tinta emborrachada e de textura hidrorrepelente são indicadas para pintura externa devido a função impermeabilizante. A tinta emborrachada é mais elástica em comparação a tinta látex, podendo suportar trincas de pequenos tamanhos, assim diminuindo a

chance de infiltração na fachada do prédio ou casa. A tinta epóxi, de poli-uretano (PU) e poli-uréia são indicadas para pintura de superfícies de tráfego maior de pessoas ou veículos devido a maior resistência mecânica e à agentes químicos. A pintura com epóxi pode ser utilizada para substituir o azulejo em áreas úmidas devido a alta resistência a umidade e lavabilidade. (PORTAL ABRAFATI, 2013)

Entre as maneiras de substituir a técnica tradicional de pintura com rolo e trincha, existem a pintura com compressor de ar e por pulverização. O uso de compressor de ar na pintura faz com que a tinta seja lançada pela pistola com auxílio de ar comprimido com pressão conforme a necessidade de trabalho, como aparece na Figura 15. Por causa do ar utilizado, costuma-se formar uma névoa de tinta, a qual exige maiores cuidados devido ao risco de danos a saúde. Este é um método utilizados a muitos anos devido a maior eficiência para pintura em grandes áreas, porém limita-se a ambientes internos. A pistola precisa ser limpa diariamente para que as peças não fiquem com tinta seca, o que pode fazê-las trancar e estragar o sistema. (BLOG BREITHAUPT, 2016)

Figura 15: Exemplo de compressor com pistola de pintura e processo de pintura com compressor



Fonte: BLOG DUTRA MÁQUINAS, 2015; PORTAL LYNUS, 2017

A pintura por pulverização se diferencia da com compressor por não haver a necessidade de um compressor de ar. No caso, uma mangueira fica conectada diretamente na fonte da tinta e por pressão de um pistão dentro da máquina, lança a tinta através de outra mangueira ligada a pistola. Assim, existe um menor consumo de tinta e não forma a névoa, além da velocidade da pintura ser maior, em comparação com os outros. Um exemplo de máquina para pintura por pulverização, pistola e modo de trabalho estão representados Figura 16. (BLOG PINTURA AIRLESS, 2013)

Para a pintura com pulverizador a tinta precisa ser mais filtrada que nos outros métodos para que as impurezas provenientes dos componentes da tinta não estraguem o sistema da máquina. Alguns modelos de máquinas contém filtros na ponta da mangueira, além do filtro na pistola de pintura, para que o leque de tinta formado seja uniforme. Este equipamento precisa

ser limpo por inteiro com água limpa, pois a tinta passa por dentro de todo o sistema, e assim como na pistola de pintura com compressor, a tinta seca poderia causar problemas como queda de pressão ou estragar o motor. Há modelos com maiores potências, capazes de pintarem dessa forma usando massa corrida e textura. Assim, os cuidados com a máquina são maiores, pois estes materiais são mais densos e de difícil remoção. (BLOG PINTURA AIRLESS, 2013)

Figura 16: Exemplo de máquina e pistola para pintura por pulverização e modo de trabalho deste tipo de pintura



Fonte: BLOG PINTURA AIRLESS, 2013; PORTAL GRACO, 2017

As técnicas e equipamentos explanados nesse capítulo são conhecidos pela região onde a pesquisa foi realizada, o que reforça a busca do conhecimento mais aprofundado sobre elas. A seguir, é explicado a metodologia do estudo de caso, como foi feita a pesquisa, quais materiais foram utilizados e quais análises foram feitas nos dados obtidos.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o tipo de pesquisa realizada e o processo para a realização da mesma. São explicados como são levantadas as informações em cada trabalho, o método de análise dos dados e como é feito a comparação entre estas informações.

#### 3.1 O MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa é um estudo de caso feito de forma exploratória e quantitativa. GIL (2002) descreve um estudo de caso como: “Estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.” Um estudo quantitativo é feito de forma objetiva e permite mensurar os dados obtidos referente uma observação e analisá-los matematicamente. (TERENCE; ESCRIVÃO FILHO, 2006)

Podemos chamar esta pesquisa de exploratória por não conter uma estrutura formalmente feita e auxiliar o pesquisador a obter maiores informações sobre o objeto analisado, e por isso, é considerado um tipo de pesquisa mais flexível. A revisão bibliográfica foi feita baseada em pesquisa em livros, sites e artigos referentes ao assunto. Esta é uma investigação, a qual fornece a pesquisa fatos e dados a partir de outras pesquisas existentes. A importância da revisão é possibilitar que a pesquisa seja feita com muitos mais dados e informações do que se fosse apenas o levantamento feito pela própria pesquisa. (GIL, 2002)

Este estudo de caso foi feito através da observação do trabalho de colaboradores de diferentes áreas da construção civil ao utilizar as ferramentas nível a laser, máquina de pintura por pulverização e fresadora de parede para algumas atividades dentro do canteiro de obra. A forma da coleta de dados altera para cada ferramenta devido as suas características de trabalho.

#### 3.2 FERRAMENTAS E MATERIAIS

O trabalho com a fresadora de parede foi realizado por um eletricista habilitado para função e com os EPIs necessários. Com esta máquina, foi cortada uma determinada quantidade linear de parede de alvenaria vermelha o suficiente para a colocação de condutores de fio elétrico durante um período de trabalho. Após esse período, o mesmo colaborador utilizou uma serra mármore para fazer os cortes na parede e uma pequena picareta ou martelo e talhadeira para retirar a parte necessária da alvenaria. A fresadora de parede utilizada foi a LCP 2000 da Lynus com 2.000 W de potência e fresa de 1” com pontas de vídia da mesma marca, como mostra na Figura 17. A serra mármore utilizada foi a GDC 14-40 Professional da Bosch com 1.450 W de potência com um disco adiamantado segmentado modelo V3 da Vonder de 180 mm

para corte de alvenaria, juntamente com uma picareta de aço forjada manualmente ou um martelo de 2 kg e talhadeira forjada manualmente, apresentada na Figura 18. Considera-se que a fresa e o disco de corte são novos ou com menos de 2 semanas de uso não contínuo.

Figura 17: Fresadora de parede LCP 2000 e fresa de 1 pol.



Fonte: PORTAL LYNUS, 2017

Figura 18: Serra mármore GDC 14-40, disco adiamantado V3 e picareta pequena



Fonte: PORTAL BOSCH, 2017, PORTAL VONDER, 2017, Próprio Autor, 2017

Para o caso do nível a laser, o profissional habilitado é um pedreiro e foi analisado a quantidade de caixas de PVC 4x2 para instalação elétrica que o colaborador chumbou durante um determinado período de tempo. Para realizar este trabalho, as caixas de PVC precisam ser ajustadas de acordo com a altura e todas devem ficar a mesma distância do chão. Como o chão é irregular devido a etapa da obra, faz-se o nivelamento entre elas a partir de um ponto de referência do imóvel. Em seguida, foi trocada a ferramenta para fazer a marcação a laser por uma mangueira de nível. Parte das ferramentas e processos precedentes necessários para este trabalho foram os mesmos em ambos os casos com as ferramentas para marcação de nível, exceto onde seria necessário outras ferramentas para completar o trabalho. O nível a laser utilizado foi o GLL 2-15 da Bosch com alcance de 15 metros com baixa claridade e precisão de aproximadamente 0,3 mm/m, enquanto para a marcação de nível com mangueira de nível foi utilizada uma mangueira transparente, de bitola de 6,3 mm e preenchida com água tratada comum. Ambos são mostradas na Figura 19.

Figura 19: Nível a laser GLL 2-15 e mangueira de nível



Fonte: PORTAL BOSCH, 2017, PORTAL MEIA COLHER, 2017

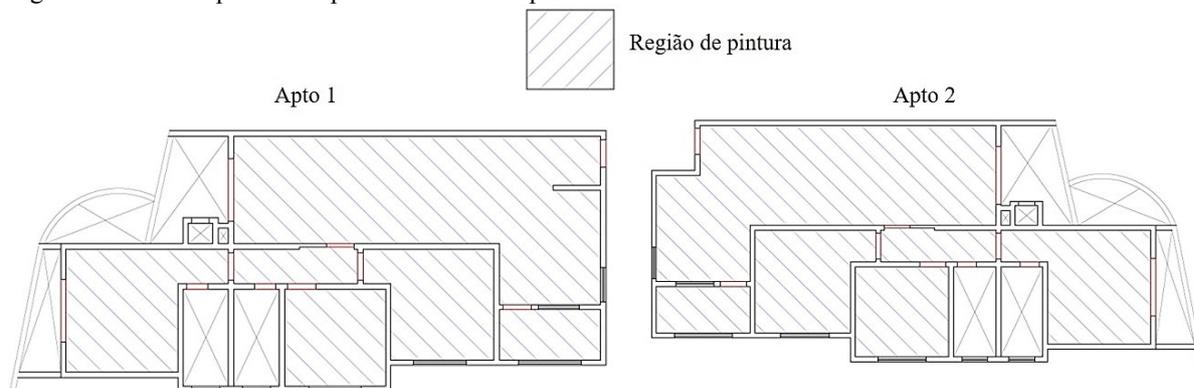
Quanto a máquina de pintura por pulverização, é analisado o tempo que pintor necessita para fazer o mesmo trabalho de pintura que faria com rolo e pincel. Os locais de pintura observados foram as paredes com acabamento em cal-fino. Foi levado em consideração apenas uma demão de tinta para cada um dos processos. A máquina usada nesta pesquisa foi a 390 PC da Graco com até 3.000 W de potência e tem vazão de até 1,8 l/min, enquanto os pinceis eram de 2.1/2” de cerdas brancas da Atlas e rolos utilizados foram os anti-gota de 23 cm da Atlas, como aparecem na Figura 20. Foi utilizado fundo preparador para a pintura das paredes. A área de pintura da parede dentro dos apartamentos está demonstrada na Figura 21.

Figura 20: Máquina de pintura pulverizadora Graco 390 PC, rolo 23 cm anti-gota e pincel 2.1/2” da atlas



Fonte: PORTAL ATLAS, 2017, PORTAL GRACO, 2017

Figura 21: Área de pintura de parede dentro do apto



Fonte: Próprio Autor, 2017

### 3.3 ANÁLISE

O levantamento dos dados foi feita em uma obra de construção civil predial na cidade de Tubarão em Santa Catarina. A obra pertence a Treze Incorporadora, a qual é uma incorporadora com sede em Tubarão e executa as suas próprias obras. O prédio em questão é a Torre Turin, localizada na Av. Pedro Zapelini e tem 12 andares, sendo 2 andares com garagem de todo empreendimento, além de 14 salas comerciais formando uma galeria. Os outros 9 andares contém 36 apartamentos de 2 e 3 quartos e 2 apartamentos de cobertura, ambos com 3 suítes. A estrutura deste prédio é de concreto armado com lajes em sistema cogumelo feita com cubetas, o fechamento é em alvenaria cerâmica e o acabamento é em reboco com cal-fino nas paredes, gesso no teto e contra-piso com piso cerâmico no chão. A fachada do prédio e as plantas baixas humanizadas dos apartamentos de 3 e 2 quartos, além do andar térreo, são mostradas na Figura 22.

Figura 22: Imagens do empreendimento da pesquisa com fachada (a), planta baixa humanizada do apartamento de 3 quartos (b), de 2 quartos (c) e do andar térreo (d)



Fonte: PORTAL TREZE INCORPORADORA, 2017

Os dados foram levantados através de observação dos trabalhos executados, anotação no local e fotos tiradas durante os mesmos. Em todos os casos os dados foram anotado em tabelas, como as mostradas nas Figura 23, Figura 24 e Figura 25.



um conjunto de elementos, os quais fazem parte desse total e são chamados de amostras. Desta forma, é possível encontrar a probabilidade de um valor da característica estudada acontecer ou o contrário. (CAMPOS, 2000)

Para se calcular a curva normalizada, deve-se encontrar a média “ $\mu$ ” e o desvio padrão “ $\sigma$ ” das amostras de valor “ $x$ ”, de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

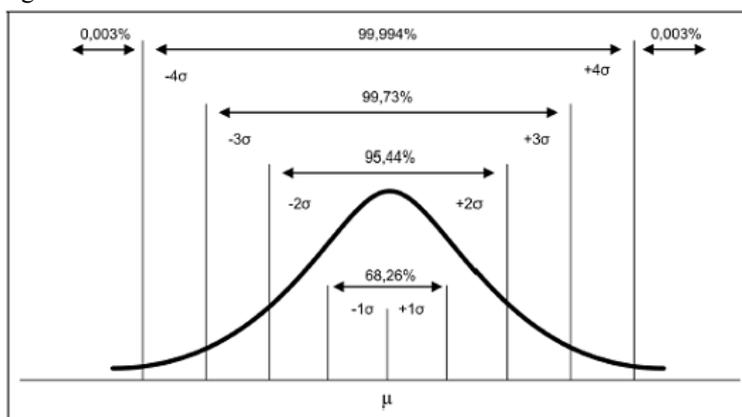
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Onde “ $n$ ” é o número de amostras e “ $i$ ”, o número da amostra. Assim, pode-se calcular a probabilidade  $f(x)$  de se encontrar o valor “ $x$ ” dentro de resultados aleatórios pela densidade de probabilidade (Equação 3):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right], x \in (-\infty, \infty) \quad (3)$$

A qual descreve a curva da Figura 26. A área abaixo da curva é encontrada por intermédio de uma integral definida. (CAEIRO, 2009)

Figura 26: Curva normal



Fonte: PORTAL ACTION, 2015

Com auxílio da ferramenta computacional do Microsoft Office Excel 2013, calcula-se a percentagem de ocorrência do valor desejado pela função DIST.NORM.N, a qual requer a inclusão dos valores de “ $x$ ”, “ $\mu$ ” e “ $\sigma$ ”, assim como se a função é cumulativa ou não. Pela função INV.NORM.N encontra-se o valor onde uma percentagem de chance de ocorrer a característica desejada ao informar a percentagem desejada, “ $\mu$ ” e “ $\sigma$ ”.

Para utilizar esta distribuição, foi verificado se os dados levantados no experimento poderiam ser normalizados através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Este teste observa a diferença máxima entre a função de distribuição calculada dos dados e a função de distribuição

acumulada assumida para os mesmos dados. Desta forma, o teste avalia se as amostras podem ser consideradas como parte de uma população com uma distribuição teórica. (VIALI, 2008)

Assim sendo, para um dado de valor “x”, encontra-se  $F_n(x)$ , Equação 4, o que representa a distribuição calculada em função de “x”, e  $F(x)$ , Equação 5, o qual seria a distribuição empírica em função de “x”.

$$F_n(x) = 1/n \quad (4)$$

$$F(x) = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (5)$$

Se considerar “D+” como o maior valor da diferença entre os valores de  $F_n(x(i))$  e  $F(x(i))$ , e “D-” como o maior valor da diferença entre  $F_n(x(i))$  e  $F(x(i-1))$ , o maior valor entre “D+” e “D-”, chamado de “Dn”, é o valor que procura-se para validar estes dados. Neste teste, compara-se o “Dnc”, calculado, com o “Dncr”, crítico, de acordo com a Tabela 1, dado o nível de significância “ $\alpha$ ”, a qual representa o nível de confiabilidade de representatividade das amostras perante toda a população. Rejeita-se a situação onde “Dnc” > “Dncr”, pois indica que a dispersão dos valores está acima do que poderia ser considerado para a distribuição normal. (PORTAL ACTION, 2015)

Tabela 1: Valores críticos de distribuição Dn

n	$\alpha$		n	$\alpha$	
	0,20	0,05		0,20	0,05
2	0,684	0,842	9	0,339	0,43
3	0,565	0,708	10	0,323	0,409
4	0,493	0,624	11	0,308	0,391
5	0,447	0,563	12	0,296	0,375
6	0,41	0,519	13	0,285	0,361
7	0,381	0,483	14	0,275	0,349
8	0,358	0,454	15	0,266	0,338

Fonte: PORTAL ACTION, 2015

As informações de valores monetários da mão de obra foram obtidas pela empresa onde foi realizada a pesquisa. Por segurança das informações, todos os valores monetários foram multiplicados por um fator X.

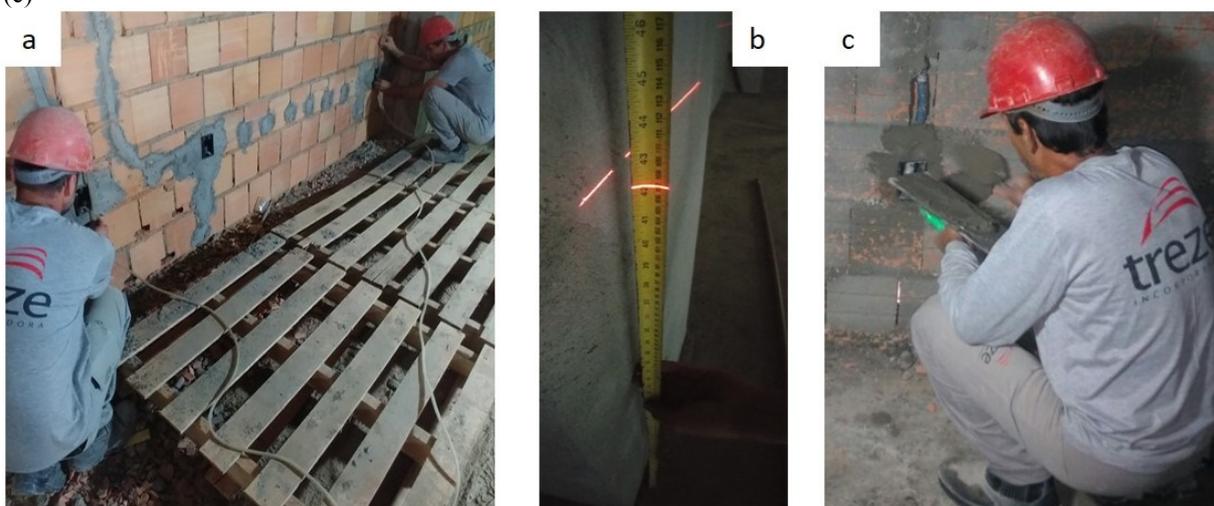
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são mostrados os resultados do estudo de caso e a discussão destes baseados na revisão bibliográfica e outras observações em campo.

### 4.1 MARCAÇÃO DE NÍVEL PARA CHUMBAMENTO

A marcação do nível com nível a laser e com mangueira de nível, além do chumbamento das caixas de PVC foram feitas de acordo com a descrição na revisão bibliográfica, como representado nas Figura 27.

Figura 27: Marcação de nível com mangueira de nível (a), com nível a laser (b) e chumbamento da caixa de PVC (c)



Fonte: Próprio Autor, 2017

A análise estatística das amostras para marcação do nível com as ferramentas da pesquisa ocorre de forma a exemplificar e estudar os dados obtidos por meio da observação direta dos fatos. A marcação de nível com o nível a laser ocorreu durante o período de 141 minutos e foram chumbados 14 caixas de PVC, o que gera uma média de aproximadamente 10 min por caixa. Contudo é necessário considerar a variação de tempo por caixa pelo período trabalhado, como mostra na Tabela 2, onde está representando a caixa chumbada e o tempo que se levou entre as amostras.

Tabela 2: Variação do tempo por caixa chumbada com nível a laser

Número	Tempo	Número	Tempo
0	0 min	8	16 min
1	28 min	9	5 min
2	4 min	10	9 min
3	4 min	11	2 min
4	5 min	12	51 min
5	5 min	13	5 min
6	5 min	14	4 min

Fonte: Próprio Autor, 2017

Para que os valores dessas amostras sejam consideradas como pertencente a uma distribuição normal, utiliza-se o método de Kolmogorov-Smirnov. Desta forma, cria-se a Tabela 3, onde apresentam-se também a média dos valores “ $\mu$ ”, o desvio padrão “ $\sigma$ ”, o número de amostras “ $n$ ”, o nível de significância “ $\alpha$ ”, o Dn calculado “Dnc” e o Dn crítico “Dncr”, sendo que o valor de “Dncr” é referente a Tabela 1. Assim, pode-se considerar que “Dnc” é maior que “Dncr”, o qual significa que deve-se rejeitar esses valores, pois existem números espúrios e que invalidam as informações perante a distribuição desejada.

Tabela 3: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com nível a laser

Número	Tempo (min)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)	n	14
0	0					$\mu$	10,6 min
1	2	0,071	-0,643	-0,714	-0,643	$\sigma$	13,4 min
2	4	0,143	-0,494	-0,637	-0,566	$\alpha$	0,05
3	4	0,214	-0,494	-0,708	-0,637	Dnc	2,64
4	4	0,286	-0,494	-0,780	-0,708	Dncr	0,349
5	5	0,357	-0,420	-0,777	-0,705		
6	5	0,429	-0,420	-0,848	-0,777		
7	5	0,500	-0,420	-0,920	-0,848		
8	5	0,571	-0,420	-0,991	-0,920		
9	5	0,643	-0,420	-1,063	-0,991		
10	6	0,714	-0,345	-1,060	-0,988		
11	9	0,786	-0,122	-0,908	-0,836		
12	16	0,857	0,399	-0,459	-0,387		
13	28	0,929	1,291	0,363	0,434		
14	51	1,000	3,002	2,002	2,645		

Fonte: Próprio Autor, 2017

Por este motivo, precisa-se retirar os valores que podemos considerar como espúrios, os quais são 51, 28, 16, 9 e 6. Pelas observações em campo, pode-se considerar que o tempo de 28 minutos está relacionado ao tempo de preparo do material para início dos trabalhos, o de 16 minutos, a outros trabalhos que foram feitos para o preparo de nivelamento em outro local, os 9 minutos foram necessários para movimentação entre os ambientes, 51 minutos foi o tempo necessário para que o colaborador reforçasse o chumbamento das caixas anteriores para a finalização dos mesmos. O período de 6 minutos foi desconsiderado por ser considerado com um pequeno tempo extra levado e para poder validar o teste.

Assim sendo, recalcula-se os valores novamente e gera-se a Tabela 4, o qual encontra-se os valores de “ $\mu$ ”, “ $\sigma$ ”, “n”, “ $\alpha$ ”, “Dnc” e “Dncr”. Comparando-se estes dois últimos, pode-se considerar que as amostras podem ser normalizadas, pois “Dnc” é menor que “Dncr”.

Tabela 4: Teste de Kolmogorov-Sminorv com as amostras ajustadas com nível a laser

Número	Tempo (min)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)	n	9
0	0						
1	2	0,111	-2,333	-2,444	-2,333	$\mu$	4,3 min
2	4	0,222	-0,333	-0,556	-0,444		
3	4	0,333	-0,333	-0,667	-0,556	$\sigma$	1,0 min
4	4	0,444	-0,333	-0,778	-0,667		
5	5	0,556	0,667	0,111	0,222	$\alpha$	0,05
6	5	0,667	0,667	0,000	0,111		
7	5	0,778	0,667	-0,111	0,000	Dnc	0,22
8	5	0,889	0,667	-0,222	-0,111		
9	5	1,000	0,667	-0,333	-0,222	Dncr	0,43

Fonte: Próprio Autor, 2017

Desta forma, com o grau de certeza de 95%, o valor do tempo por caixa é de 4,27 min. Pelos dados da empresa, se o colaborador custa R\$ 0,35 /min, então o valor da mão de obra por caixa chumbada é de R\$ 1,50. Este resultado mostra-se diferente da média calculada inicialmente de 10 min por caixa, o que representaria R\$ 3,54 /unid.

Em comparação, a marcação de nível com mangueira de nível durou 137 minutos e por este período, foram chumbados 9 caixas de PVC, com média aproximada de 15 minutos por caixa. Os dados levantados para este caso estão na Tabela 5.

Tabela 5: Variação do tempo por caixa chumbada com mangueira de nível

Número	Tempo	Número	Tempo
0	0 min	5	28 min
1	54 min	6	6 min
2	9 min	7	10 min
3	5 min	8	14 min
4	5 min	9	6 min

Fonte: Próprio Autor, 2017

Para verificar se estes valores são normalizados, utiliza-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, e desta forma cria-se a tabela Tabela 6 com os valores calculados, assim como os valores de “ $\mu$ ”, “ $\sigma$ ”, “n”, “ $\alpha$ ”, “Dnc” e “Dncr”.

Como no caso das amostras com nível a laser, existem dados espúrios dentre os de recolhimento das informações. Neste caso, são os valores de 54, 28, 14, 10 e 9 minutos, os quais apresentam motivos observados durante a tomada destes valores. Os 54 minutos iniciais são referentes ao tempo de preparo do material e equipamentos, os 28 minutos anotados relaciona-se ao reforço no chumbamento das caixas anteriores, 14 minutos foi pela movimentação do colaborador entre os lugares onde ele marcou o nível. Os períodos de 10 e 9 minutos foram trabalhos que levaram um tempo extra e foram desconsiderados para que o teste pudesse ser validado.

Tabela 6: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com mangueira de nível

Número	Tempo (min)	Fn	F	F-Fn	F-F(n-1)	n	9
0	0					$\mu$	15,2 min
1	5	0,111	-0,629	-0,740	-0,629	$\sigma$	16,3 min
2	5	0,222	-0,629	-0,851	-0,740	$\alpha$	0,05
3	6	0,333	-0,567	-0,901	-0,790	Dnc	1,50
4	6	0,444	-0,567	-1,012	-0,901	Dncr	0,624
5	9	0,556	-0,383	-0,938	-0,827		
6	10	0,667	-0,321	-0,988	-0,877		
7	14	0,778	-0,075	-0,853	-0,742		
8	28	0,889	0,786	-0,103	0,008		
9	54	1,000	2,386	1,386	1,497		

Fonte: Próprio Autor, 2017

Agora com esses valores retirados entre as amostras, faz-se o teste novamente, onde os resultados e os valores aparecem na Tabela 7.

Tabela 7: Teste de Kolmogorov-Sminorv com as amostras ajustadas com mangueira de nível

Número	Tempo (min)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)		
0	0					<b>n</b>	4
1	5	0,250	-0,866	-1,116	-0,866	<b>μ</b>	5,5 min
2	5	0,500	-0,866	-1,366	-1,116		
3	6	0,750	0,866	0,116	0,366	<b>σ</b>	0,6 min
4	6	1,000	0,866	-0,134	0,116		
						<b>α</b>	0,05
						<b>Dnc</b>	0,37
						<b>Dncr</b>	0,624

Fonte: Próprio Autor, 2017

Nota-se que o valor de “Dncr” é maior que “Dnc”, e neste caso, esses valores podem ser atribuídos a distribuição normal. Assim sendo, com 95% de confiança, o tempo para colocação das caixinhas é de 5,46 min, o que, de acordo com os valores da empresa, o valor da caixa chumbada fica por R\$ 2,31. Este valor é diferente da média calculada inicialmente de 15 minutos por unidade, a qual representa R\$ 5,35 /unid.

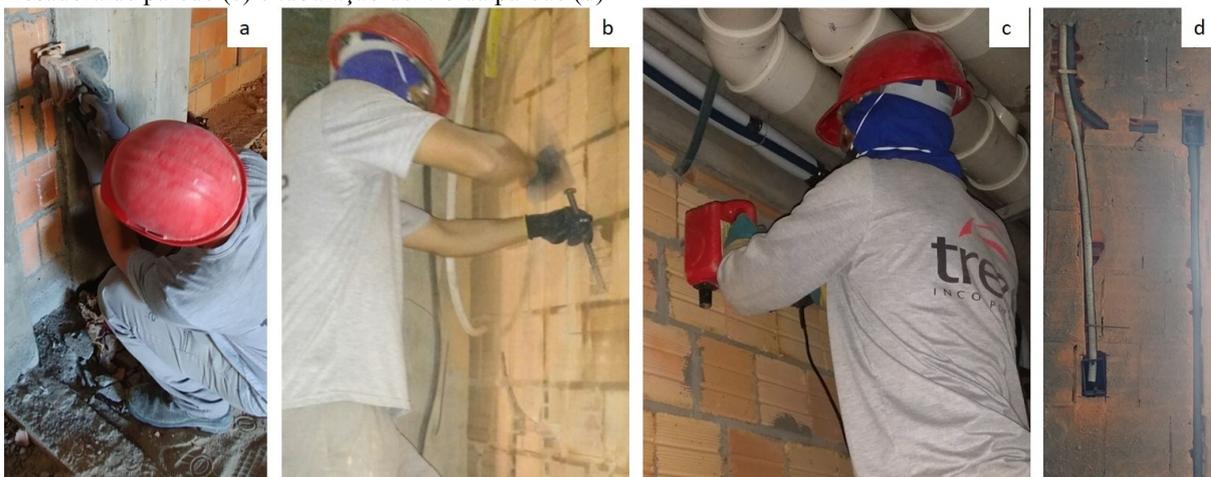
Comparativamente, após análise estatística, a marcação com o nível a laser precisou 35% a menos de tempo por caixinha. Um dos motivos pode ser a dificuldade em se visualizar o menisco na mangueira de nível, o que também pode implicar em erro de medição e propagação deste erro nos pontos seguintes. Em conversa com o colaborador, ele explicou que existe uma dificuldade em se encher a mangueira de nível sem que apresentem bolhas de ar, pois estas podem causar erros na medição. Além disso, precisa-se de cuidado extra para que a mangueira não dobre, para que a água flua de forma a não causar erros de medição, e a medição do nível requer duas pessoas para o trabalho, o que aumenta o valor por mão de obra necessária para esta função.

Assim sendo, pode-se considerar que a marcação de nível com nível a laser aumenta a eficiência do colaborador para este trabalho. Como sugestão a empresa, aconselha-se o treinamento dos colaboradores responsáveis com a empresa fornecedora dos equipamentos para melhor conhecimento da prática.

## 4.2 CORTE DE PAREDE

O corte de parede com os dois métodos estudados ocorreram de acordo com as informações da revisão bibliográfica. O corte de parede com a serra circular e quebra da parede com martelo e talhadeira, o corte com a fresadora e a tubulação dentro da parede são mostradas nas Figura 28.

Figura 28: Corte de parede com serra mármore (a), quebra dos tijolos com martelo e talhadeira (b), corte com a fresadora de parede (c) e tubulação dentro da parede (d)



Fonte: Próprio Autor, 2017

As medições do corte de parede foram feitas por meio de observação e então aplicou-se uma análise estatística. Os valores medidos para o corte de parede ao utilizar a fresadora de parede está na Tabela 8, assim como a média desses valores em cada ponto. Utilizou-se a média por metro como variável da análise, pois o objetivo da pesquisa é descobrir quanto tempo é necessário para haver o corte de cada metro de parede.

De um modo geral, o valor médio das amostras foi de 2,78 min/m, porém para aumentar a certeza dos valores, procura-se utilizar a distribuição normal. Assim, as amostras foram testadas pelo método de Kolmogorov-Smirnov para descobrir a viabilidade dos dados perante a distribuição desejada.

Tabela 8: Variação do tempo por metro de parede cortada e a média dos valores com fresadora

Número	Tempo	Quant.	Média
0	0	0	0
1	13 min	2,50 m	5,20 min/m
2	2 min	1,03 m	1,94 min/m
3	5 min	1,06 m	4,72 min/m
4	9 min	4,00 m	2,25 min/m
5	3 min	4,20 m	0,71 min/m
6	6 min	1,00 m	6,00 min/m
7	2 min	0,59 m	3,39 min/m

Fonte: Próprio Autor, 2017

Na Tabela 9 estão estes valores, além de “ $\mu$ ”, “ $\sigma$ ”, “n”, “ $\alpha$ ”, “Dnc” e “Dncr”. Observa-se que nesta situação, nenhum dado é considerado espúrio, pois “Dnc” é menor que “Dncr”, então todos os valores são considerados para distribuição normal.

Tabela 9: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com fresadora de parede

Número	Média (min/m)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)		
0	0,00					n	7
1	0,71	0,143	-1,421	-1,564	-1,421	$\mu$	3,46 min/m
2	1,94	0,286	-0,786	-1,071	-0,929	$\sigma$	1,93 min/m
3	2,25	0,429	-0,626	-1,055	-0,912	$\alpha$	0,05
4	3,39	0,571	-0,036	-0,607	-0,464	Dnc	0,459
5	4,72	0,714	0,651	-0,063	0,080		
6	5,20	0,857	0,902	0,044	0,187		
7	6,00	1,000	1,316	0,316	0,459	Dncr	0,483

Fonte: Próprio Autor, 2017

Desta forma, o valor calculado para que o tempo de corte ocorra em 95% das vezes é 3,34 min/m. Se for considerado o tempo da mão de obra de R\$ 0,35/min, então o custo por metro cortado é de R\$ 1,17 /m. A diferença entre o valor da média geral e o calculado por distribuição normal demonstra a importância da análise estatística, pois o cálculo com grau de confiança representa o tempo necessário na maior parte do dia trabalhado.

Para o corte de parede com o uso de serra mármore e a quebra da alvenaria com um martelo e talhadeira, os valores dos dados são mostrados na Tabela 10. Da mesma maneira que

com a fresadora de parede, os valores utilizados são as médias dos tempos de corte por metro cortado. Neste caso, o tempo médio de todas as medidas é de 9,21 min/m.

Tabela 10: Variação do tempo por metro de parede cortada e a média dos valores com serra mármore

Número	Tempo	Quant.	Média
0	0	0	0
1	6 min	1,00 m	6,00 min/m
2	14 min	0,59 m	23,73 min/m
3	11 min	1,85 m	5,95 min/m
4	27 min	1,69 m	15,98 min/m
5	13 min	1,58 m	8,23 min/m
6	14 min	0,59 m	23,73 min/m
7	94 min	13,12 m	7,16 min/m
8	44 min	4,80 m	9,17 min/m
9	36 min	2,90 m	12,41 min/m

Fonte: Próprio Autor, 2017

Ao utilizar o teste de Kolmogorov-Smirnov, mostrado na Tabela 11 junto com os valores de “ $\mu$ ”, “ $\sigma$ ”, “n”, “ $\alpha$ ”, “Dnc” e “Dncr”, observa-se que o valor de “Dnc” é maior que “Dncr”, o que indica que os valores não podem ser distribuídos por normalização. Assim, precisa-se retirar os valores espúrios, os quais são 23,73, 15,98 e 12,41. De acordo com as observações em campo, tais valores são explicados pelo tempo de movimentação do colaborador entre as paredes cortadas e o tempo para troca de disco de corte adiamantando, pois notou-se que a máquina estava tendo dificuldades para fazer o corte da parede.

Tabela 11: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras com serra mármore

Número	Média (min/m)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)	n	9
0	0,00						
1	5,95	0,111	-0,916	-1,027	-0,916	$\mu$	12,48 min/m
2	6,00	0,222	-0,909	-1,131	-1,020		
3	7,16	0,333	-0,745	-1,079	-0,968	$\sigma$	7,14 min/m
4	8,23	0,444	-0,596	-1,041	-0,930		
5	9,17	0,556	-0,465	-1,020	-0,909	$\alpha$	0,05
6	12,41	0,667	-0,010	-0,676	-0,565		
7	15,98	0,778	0,489	-0,288	-0,066	Dnc	1,576
8	23,73	0,889	1,576	0,687	0,909		
9	23,73	1,000	1,576	0,576	1,576	Dncr	0,563

Fonte: Próprio Autor, 2017

Assim, após retirar estes valores, foi feita a Tabela 12, com os novos valores de “ $\mu$ ”, “ $\sigma$ ”, “n”, “ $\alpha$ ”, “Dnc” e “Dncr”. Desta vez, “Dnc” ficou menor que “Dncr” e isso implica que os valores podem ser analisados pela distribuição normal.

Tabela 12: Teste de Kolmogorov-Sminorv das amostras ajustadas com serra mármore

Número	Média (min/m)	F <sub>n</sub>	F	F-F <sub>n</sub>	F-F(n-1)		
0	0,00					n	5
1	5,95	0,200	-0,965	-1,165	-0,965	$\mu$	7,30 min/m
2	6,00	0,400	-0,927	-1,327	-1,127		
3	7,16	0,600	-0,097	-0,697	-0,497	$\sigma$	1,40 min/m
4	8,23	0,800	0,660	-0,140	0,060		
5	9,17	1,000	1,329	0,329	0,529	$\alpha$	0,05
						Dnc	0,529
						Dncr	0,563

Fonte: Próprio Autor, 2017

Nesta situação, o cálculo para 95% de certeza do tempo de corte é de 7,21 min/m, o que monetariamente representa R\$ 2,54 /m, devido ao valor da mão de obra. Em comparação com o corte com a fresadora, a qual foi calculado em R\$ 3,24 /m, o corte com a serra circular é aproximadamente 21% menos eficiente, o que representa um maior custo para a empresa em mão de obra.

Como nota, pode-se considerar que o corte com a serra circular traz outros riscos ao colaborador por exigir que o colaborador fique um grande tempo exposto a poeira devido ao corte da cerâmica. O uso dos EPI's necessários são essenciais para não haver problemas no longo prazo do trabalho, mas mesmo dessa maneira, notou-se em campo que também gera-se um desconforto maior ao eletricitista. Além disso, as batidas constantes da picareta ou do martelo podem aumentar o risco ergonômico do processo, pois é um trabalho repetitivo e que causa impacto no corpo.

O uso de uma fresadora de parede para este processo soluciona alguns desses problemas, pois a fresa quebra diretamente a alvenaria ao invés de apenas cortá-la. Desta forma, reduz-se uma etapa do processo. Além disso, como ocorre a quebra parcial do bloco cerâmico e não há a necessidade de fazer o esforço de bater com a picareta ou o martelo, forma-se menos poeira para este trabalho, assim como diminui a chance de risco ergonômico. A fresadora é

mais pesada do que a serra mármore, porém a potência da máquina e a fresa fazem com que compense o esforço extra necessário para levá-la.

Após levantar todos esses pontos, pode-se considerar que o corte com a fresadora de parede é uma opção que pode aumentar a eficiência de mão de obra do colaborador. Como sugestão, a empresa pode procurar por fornecedores das fresas ou afiadores terceirizados das fresas para poder melhorar o desempenho da fresadora, assim como trocar idéias com outras pessoas que já utilizam este método para aprendizado.

#### 4.3 PINTURA DE PAREDE

A pintura da parede ocorreu de acordo com as informações da revisão bibliográfica para os casos com rolo e pincel e máquina pulverizadora de tinta, e são mostradas na Figura 29 e Figura 30, onde também está representado a preparação da tinta.

A análise da pintura foi feita por observação do pintor inicialmente utilizando pincel e rolo no interior de um apartamento. A pintura com rolo precisa ser feita de forma uniforme e com todas as passadas em paralelo uma com as outras. Então foi analisado a pintura utilizando-se a máquina pulverizadora, assim como a sua limpeza após o processo. A tinta precisa ser filtrada para retirar os finos do processo de fabricação e não causar mau acabamento após a tinta seca. O apartamento pintado com rolo tem 238,68 m<sup>2</sup> de parede, enquanto o pintado com pulverizador tem 250,83 m<sup>2</sup>.

Figura 29: Preparo da tinta (a), pintura com rolo (b) e limpeza do rolo (c)



Fonte: Próprio Autor, 2017

Figura 30: Pintura com pulverizadora (a) e limpeza da pulverizadora (b)



Fonte: Próprio Autor, 2017

Os resultados dos métodos tradicional e com máquina pulverizadora estão na Tabela 13. Nota-se que mesmo que o tempo total de preparo para a máquina pulverizadora seja maior entre os dois processos, o tempo total é aproximadamente 24% menor, o que demonstra a eficiência em se utilizar este equipamento.

Tabela 13: Dados dos métodos tradicional e com máquina pulverizadora

Método	Tradicional		Máquina Pulverizadora	
	Tempo	Média	Tempo	Média
<b>Preparação</b>	18 min	0,08 min/m <sup>2</sup>	36 min	0,14 min/m <sup>2</sup>
<b>Parede</b>	70 min	0,29 min/m <sup>2</sup>	31 min	0,12 min/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	88 min	0,37 min/m <sup>2</sup>	67 min	0,27 min/m <sup>2</sup>

Fonte: Próprio Autor, 2017

Se for feita a consideração do custo da mão de obra de um pintor R\$ 0,33 /min, o valor deste trabalho por metro quadrado de pintura com pincel é de R\$ 0,12 /m<sup>2</sup>, enquanto ao se utilizar a máquina de pintura por pulverização, o valor para o mesmo trabalho é de R\$ 0,09 /m<sup>2</sup>.

Outro fator a se considerar é o volume de tinta utilizada por cada método. De acordo com (PINI, 2010), o volume de fundo preparador utilizado para pintura com rolo é de 0,15 l/m<sup>2</sup>. Da mesma forma, o fabricante da máquina de pintura (PORTAL GRACO, 2017) confirma que esta tem a vazão de 1,8 l/min de fundo preparador, o que representa 0,22 l/m<sup>2</sup>. Assim sendo, devido a este volume de tinta utilizada, notou-se que em alguns casos é necessário dois colaboradores para fazer o trabalho de forma a um preparar o material, enquanto outro a utiliza. Assim sendo, como ponto de melhoria analisado, sugere-se a empresa treinar os pintores para que saibam utilizar a máquina da melhor forma possível, assim como analisar quais tipos de

pistolas e diluições de tintas são mais adequadas as atividades necessárias a fim de melhorar a eficiência do equipamento.

Em questão de segurança do trabalho, observou-se que trabalhar com rolo e pincel aumenta o risco químico do colaborador por exposição a tinta, pois mesmo com o uso de rolos anti-gota, a tinta cai sobre o colaborador. Há também risco ergonômico, o que pode prejudicar ao longo do tempo o bem estar devido a dores motivadas pelo trabalho repetitivo. Em contra partida, a máquina de pulverização forma uma névoa, mesmo que muito menos densa que a pintura com compressor de ar, porém também pode afetar a saúde do colaborador. Em ambos os casos, necessita-se que o trabalhador esteja com todos os EPIs necessários.

Nota-se que em todos os casos apresentados houve um aumento de eficiência da mão de obra ao utiliza-se equipamentos mais modernos no mercado, os quais fizeram com que a técnica do trabalho também fosse alterada, mesmo estas tendo o mesmo princípio.

No capítulo final, faz-se a conclusão da pesquisa feita para este estudo de caso, com o fechamento dos estudos e análises.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo de caso tem o intuito de buscar a comparação entre técnicas tradicionais em algumas atividades dentro de um canteiro de obra de construção civil predial com métodos mais avançados para o mesmo fim. Sendo uma das áreas com maiores dificuldades em ter avanço tecnológico por uma série de motivos, é importante haver o conhecimento teórico e prático para ter-se base nas mudanças necessárias. Por falta dessas informações, muitas empresas ainda utilizam-se das mesmas técnicas inventadas há algumas décadas, mas que já existem melhorias na atualidade.

Busca-se inicialmente um conhecimento teórico das atividades de marcação de nível, corte de parede e pintura de parede e teto, assim como entender a melhor maneira de levantar-se os dados necessários e analisá-los. A substituição do método tradicional por equipamentos com capacidade de aumentar a eficiência da mão de obra foi estudada a fim de poder analisar estas melhorias.

Pode-se concluir que o uso do nível a laser reduziu o trabalho em aproximadamente 35% de tempo, a fresadora de parede reduziu em pouco mais de 21% e do pulverizador de tinta diminui o tempo do processo em quase 24%, ou seja, para as três atividades analisadas, a implementação destas máquinas aumentaram consideravelmente a eficiência da mão de obra. Assim sugere-se o uso destes equipamentos a fim da empresa poder se planejar para futuras obras. Além disso, foi sugerido a melhoria do conhecimento teórico e prático desses equipamentos junto aos fornecedores e outras pessoas da área, as quais já utilizam-se dessas técnicas.

Juntamente com as vantagens citadas, também está a diminuição dos custos diretos dessas atividades, pois como pode-se ver, uma mão de obra mais eficiente tem um peso financeiro menor. Além disso, alguns dos equipamentos também melhoraram a qualidade de vida do colaborador ao expô-lo menos a riscos ergonômicos e químicos em comparação as técnicas tradicionais. Ligado a isto, estão os custos indiretos, os quais são mais difíceis de se analisar, e por isso não foram levantados neste estudo, contudo sabe-se que estão presente a todo momento.

Entre as dificuldades encontradas para fazer este estudo de caso foi o condicionamento dos testes com o cronograma da obra, pois de acordo com a empresa o cronograma precisa ser seguido a risca e por isso não havia muita disponibilidade de liberação da mão de obra. Somando-se a isso, o mal funcionamento de uma das máquinas dificultou um

---

levantamento mais preciso dos dados, mas ainda assim foi possível utilizá-los para esta pesquisa.

Acredita-se que os objetivos geral e específicos propostos tenham sido alcançados por apresentar dados referentes as técnicas analisadas, os quais servem de base para os próximos projetos, assim como fortificam a idéia de aumentar de eficiência de mão de obra através de equipamentos.

Como sugestão à trabalhos futuros, pode-se ampliar a pesquisa para outras atividades, como movimentação de carga, troca de material por outro com melhores características desejadas, criação de indicadores de desempenho dentro das obras, assim como um levantamento de custos mais detalhados com análise financeira a médio e longo prazo.

## 6 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. L. M. **Produtividade na construção civil**. Disponível em: <[http://www.ecivilnet.com/artigos/produtividade\\_na\\_construcao\\_civil.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/produtividade_na_construcao_civil.htm)>. Acesso em: 12 out. 2017.

**BLOG BREITHAUPT**. Disponível em: <<http://blog.breithaupt.com.br/pistola-de-tinta-ou-compressor-de-ar-o-que-e-mais-eficiente/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG CASA SHOW**. Disponível em: <<https://blog.casashow.com.br/quais-sao-os-tipos-de-massa-corrída/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG DECORSALTEADO**. Disponível em: <<http://decorsalteado.com/2013/10/gesso-ou-reboco-qual-e-o-melhor.html>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG DO GESSEIRO**. Disponível em: <<http://www.blogdogesseiro.com/forro-de-gesso-comum-ou-gesso-acartonado-drywall/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG FER. KENNEDY**. Disponível em: <<http://www.ferramentaskennedy.com.br/loja/blog/tipos-de-discos-diamantados-e-dicas-de-utilizacao/>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

**BLOG KAUSBEN**. Disponível em: <<http://kausben.blogspot.com.br/2015/08/o-que-voce-precisa-saber-sobre.html>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

**BLOG MÁQUINA BRASIL**. Disponível em: <<http://maquinabrasil.com.br/cortadora-de-paredes-macroza/>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

**BLOG PINTURA AIRLESS**. Disponível em: <<http://www.pinturaairless.com.br/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG PLANTAS DE CASAS**. Disponível em: <<http://www.plantasdecasas.com/forro-de-gesso-tipos-e-vantagens/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

**BLOG ROYAL**. Disponível em: <<https://www.royalmaquinas.com.br/blog/adensamento-concreto-o-que-e-vantagens/>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

BRANDALIZE, M. C. B.; PHILIPS, J. Padrões de Classificação de Equipamentos Laser Utilizados em Levantamentos Terrestres e Aéreos. **Geodésia Online**, v. 1, p. 9, 2002.

CAEIRO, F. **Probabilidade e Estatística**. Lisboa: [s.n.].

CAIXA. INSTALAÇÃO DE PONTOS ELÉTRICOS. n. 1, p. 41, 2016.

CALEIRO, J. P. **Por que a mão de obra ainda emperra a construção civil?** Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/por-que-a-mao-de-obra-ainda-emperra-a-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

CAMPOS, G. M. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos**. Disponível em: <[http://blackstar.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc\\_livro/gmc\\_livro\\_cap08.html](http://blackstar.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap08.html)>. Acesso em: 30 out. 2017.

CAMPOS, G. M. **BLOG DUTRA MÁQUINAS**. Disponível em: <<http://www.dutramaquinas.blog.br/tag/compressor/>>. Acesso em: 25 out. 2017.

D'ALCANTARA, P. **Portal Faz Fácil**. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/nivelar-dois-pontos-distantes/2/>>. Acesso

em: 22 out. 2017.

DA CUNHA, E. H. **Pinturas**, 2012.

DA SILVA, J. B. V. **A Viabilidade da Mecanização na Construção Civil**. Disponível em: <[http://www.ecivilnet.com/artigos/mecanizacao\\_na\\_construcao\\_civil.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/mecanizacao_na_construcao_civil.htm)>. Acesso em: 9 out. 2017.

DE SOUZA, U. E. L. **Como Aumentar a Eficiência da Mão-de-obra MANUAL DE GESTÃO DA PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 1a. ed. São Paulo: LTDA, Pini, 2006.

**EQUIPE DE OBRA**. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/17/artigo89509-1.aspx>>. Acesso em: 2 out. 2017.

GEORGIA, N. **Idade dos Metais - Estudo Prático**. Disponível em: <<https://www.estudopratico.com.br/idade-dos-metais/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

HOWARD, M. **Como cortar tijolos com uma serra de corte com lâmina de diamante**. Disponível em: <[http://www.ehow.com.br/cortar-tijolos-serra-corte-lamina-diamante-como\\_207440/](http://www.ehow.com.br/cortar-tijolos-serra-corte-lamina-diamante-como_207440/)>. Acesso em: 9 nov. 2017.

LANTELME, E. M. . **Proposta de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

LEÃO, W. **Um pouco da história das ferramentas manuais - Artigos - Negócios - Administradores.com**. Disponível em: <<https://www.administradores.com.br/artigos/negocios/um-pouco-da-historia-das-ferramentas-manuais/78706/>>. Acesso em: 2 out. 2017.

MARTINS, J. **Trincha, broxa e rolo de pintura | Equipe de Obra**. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/54/trincha-broxa-e-rolo-de-pintura-decisao-depende-do-273734-1.aspx>>. Acesso em: 24 out. 2017.

NAVARRO, G. P. **Proposta de sistema de indicadores de desempenho para a gestão da produção em empreendimentos de edificações residenciais**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PINI. **TCPO 13**. 13. ed. São Paulo: PINI, 2010.

**PORTAL ABRAFATI**. Disponível em: <<https://www.abrafati.com.br/informacoes-uteis/os-tipos-de-tintas-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL ACTION**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/62-teste-de-kolmogorov-smirnov>>.

**PORTAL ATLAS**. Disponível em: <<https://www.pinceisatlas.com.br/pt/produtos>>. Acesso em: 21 out. 2017.

**PORTAL BONDE**. Disponível em: <<http://www.bonde.com.br/casa-e-decoracao/novas-e-boas/rolo-decorativo-permite-criar-efeito-de-papel-de-parede-243650.html>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL BOSCH**. Disponível em: <<http://www.bosch-professional.com/br/pt/marble-saw-gdc-14-40-131458-06015484d4.html>>. Acesso em: 20 out.

2017.

**PORTAL CASTOR.** Disponível em: <<http://www.castor.com.br/Imprensa/Details/72-castor-orienta-como-escolher-o-rolo-certo-para-cada-tipo-de-pintura.aspx?menu=Imprensa&pagina=Releases>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL CELESP.** Disponível em: <<http://www.celesp.com.br/produto/caixa-luz-4x2-embutir-pvc-preta-1465>>. Acesso em: 22 out. 2017.

**PORTAL CONSTRUÇÃO.** Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/32/gruas-281710-1.aspx>>. Acesso em: 2 nov. 2017a.

**PORTAL CONSTRUÇÃO.** Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/36/elevador-de-obra-281697-1.aspx>>. Acesso em: 2 nov. 2017b.

**PORTAL CORTAG.** Disponível em: <<http://www.cortag.com.br/cortador-de-parede-bric-35-110-v>>. Acesso em: 23 out. 2017.

**PORTAL DEWALT.** Disponível em: <<http://www.dewalt.com.br/products/Prod/listProdDeta.asp?prodID=DW089K>>. Acesso em: 22 out. 2017.

**PORTAL EDUCAÇÃO. Nivelamento e procedimento para uso da mangueira de nível - Portal Educação.** Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/idiomas/nivelamento-e-procedimento-para-uso-da-mangueira-de-nivel/43308>>. Acesso em: 22 out. 2017.

**PORTAL GRACO.** Disponível em: <<http://www.graco.com/br/pt/products/contractor/390-pc.html>>. Acesso em: 21 out. 2017.

**PORTAL LEROY MERLIN.** Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/dicas/conheca-os-diferentes-tipos-de-tintas-e-suas-aplicacoes>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL LYNUS.** Disponível em: <<http://www.macrotop.com.br/produto/lcp-2000>>. Acesso em: 18 out. 2017.

**PORTAL MEIA COLHER.** Disponível em: <<http://www.meiacolher.com/2016/04/aprenda-como-construir-uma-mangueira-de.html>>. Acesso em: 20 out. 2017.

**PORTAL OLDRA ENGENHARIA.** Disponível em: <<http://www.oldra.com.br/obra/AVR/36>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

**PORTAL OLIVEIRA MELO.** Disponível em: <<http://oliveiramelocostrutora.com.br/passa-a-passo-como-fazer-texturas/>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL POLITINTAS.** Disponível em: <<http://politintas.com.br/dica-de-pintura/veja-como-reduzir-temperatura-dos-ambientes-usando-tinta/>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL TINTAS E PINTURA.** Disponível em: <<https://www.tintasepintura.pt/que-tipo-de-rolo-devo-usar/>>. Acesso em: 24 out. 2017.

**PORTAL TREZE INCORPORADORA.** Disponível em: <<http://www.trezeincorporadora.com.br/project/torre-turin/>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

**PORTAL VONDER.** Disponível em:

<[http://www.vonder.com.br/produto/disco\\_de\\_corte\\_diamantado\\_180\\_mm\\_segmentado\\_v3\\_vonder/4104](http://www.vonder.com.br/produto/disco_de_corte_diamantado_180_mm_segmentado_v3_vonder/4104)>. Acesso em: 20 out. 2017.

PRIBERAM. **Significado de Ferramenta**. Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/ferramenta>>. Acesso em: 21 out. 2017.

ROSSI, F. **Como Pintar as Paredes de uma Casa, Passo a Passo!** Disponível em: <<http://pedreiro.com.br/pintura-interna-passo-a-passo/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SOIBELMAN, L. As Perdas de Materiais na Construção de Edificações: sua Incidência e seu Controle. **Dissertação**, v. 7, n. 1, p. 82, 1993.

TERENCE, A. C. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. Abordagem quantitativa , qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. **XXVI ENEGEP**, v. 26, p. 1–9, 2006.

TK2REFORMAS. **Instalação de Tomadas e Interruptores :: Tk2Reformas**. Disponível em: <[http://tk2reformafacil.webnode.com.br/news/instalação de tomadas e interruptores/](http://tk2reformafacil.webnode.com.br/news/instalação_de_tomadas_e_interruptores/)>. Acesso em: 22 out. 2017.

VIALI, L. **Teste de hipóteses não paramétricos** Porto Alegre, 2008. Disponível em: <[http://www.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/mat2282/material/apostilas/Testes\\_Nao\\_Parametricos.pdf](http://www.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/mat2282/material/apostilas/Testes_Nao_Parametricos.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017