

**CAMILA ABRAHÃO PERES**

**ESTUDO DO GRAU DE MODERNIZAÇÃO E MECANIZAÇÃO NAS OBRAS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO – CIDADE DE LORENA**

Guaratinguetá  
2015

**CAMILA ABRAHÃO PERES**

**ESTUDO DO GRAU DE MODERNIZAÇÃO E MECANIZAÇÃO NAS OBRAS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO – CIDADE DE LORENA**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr. Márcia Regina de Freitas

Guaratinguetá  
2015

P437e

Peres, Camila Abrahão

Estudo do grau de modernização e mecanização nas obras de construção civil – estudo de caso – cidade de Lorena / Camila Abrahão Peres – Guaratinguetá : [s.n], 2015.

60 f. : il.

Bibliografia : f. 54

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Márcia Regina de Freitas

1. Construção civil
  2. Máquinas para construção civil
  3. Indústria de construção civil – Automação
- I. Título

CDU 69


**CAMILA ABRAHÃO PERES**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Prof. Dr. GEORGE DE PAULA BERNARDES  
Vice Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. MARCIA REGINA FREITAS  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Msc. ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS  
UNESP-FEG

  
Prof. Dr. DENYSE MEIRELLES NOCITI  
UNESP-FEG

**Dezembro 2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela minha vida e por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho. Com quem pude sempre aprender e desfrutar de bons momentos.

Aos professores Márcia Regina de Freitas e Enos Arneiro Nogueira da Silva que tornaram esse trabalho possível com a constante orientação e auxílio.

Aos meus pais, Marcia e Amilton, e à minha irmã, Yasmin, que sempre incentivaram minha qualificação e que sempre torcem por mim.

Ao meu marido, Augusto, que durante esse período de dedicação ao trabalho esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando.

Agradeço à minha amiga Camila Galvão pela companhia em todos os dias em que passamos escrevendo nossos trabalhos de graduação. E também à Thaísa Ribeiro e Mayara Mariano que sempre estiveram dispostas a me ajudar.

Aos funcionários da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela prontidão ao atender e a dedicação a ajudar os alunos.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.

*Abraham Lincoln*

PERES, C. A. , **Estudo do Grau de Modernização e Mecanização nas Obras de Construção Civil – Estudo de caso – Cidade de Lorena** 2015. 60 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

## **RESUMO**

Este trabalho teve como objeto estudar o processo de mecanização e modernização das obras de construção civil da cidade de Lorena localizada no Vale do Paraíba, interior de São Paulo. A revisão bibliográfica sobre esse tema, pôde contribuir para o entendimento das principais causas do atraso nas obras em relação as novas tecnologias disponíveis. Através do estudo sobre a evolução histórica da construção civil e dos equipamentos, juntamente com a realização de entrevistas com operários, engenheiros e arquitetos, foi possível analisar a situação atual. Um dos principais intuits do trabalho foi propor diretrizes para a modernização dos canteiros de obra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modernização da construção. Mecanização da construção. Indústria de construção civil.

PERES, C. A. , **Study of the Modernization and Mechanization Rate in Civil Engineering – Case Study – City of Lorena** 2015. 60 f. Graduate Work (Under Graduate in Civil Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, UNESP, Guaratinguetá, 2015.

### **ABSTRACT**

This paper had as emphasis the study of the mechanization and modernization of the construction job sites of the city of Lorena located in the Vale do Paraíba, São Paulo. From the literature review on this topic, it was possible to understand the main causes of the delay in the job sites relating to the new technology available. The research on the history of construction and equipment evolution, along with interviews with workers, engineers and architects, it was possible to analyze the current situation. One of the main intentions of this study was to propose guidelines for the modernization of the construction sites.

**KEYWORDS:** Construction modernization. Construction mechanization. Construction Industry.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Segundo Templo de Artemis .....	15
Figura 2 - Construção romana com estrutura de madeira.....	15
Figura 3 - Igreja de Santa Sofia: grandiosa construção representando o cristianismo .....	16
Figura 4 - Cidade Carcassonne, as muralhas foram construídas para dar proteção aos cidadãos .....	17
Figura 5 - Chateau de Chambord e a valorização do conforto .....	18
Figura 6 - Galérie des Machines em Paris .....	21
Figura 7 - Empire State Building, Nova York.....	22
Figura 8 - <i>Gemini House</i> - modelo de casa com baixo consumo de energia.....	23
Figura 9 - As ferramentas da Pré-história.....	25
Figura 10 - Exemplos de algumas ferramentas ao longo da história.....	26
Figura 11 - Exemplo de tecnologia moderna utilizada na construção civil - Máquina para dobrar armadura de aço .....	27
Figura 12 - Máquina que além de agilizar o trabalho, evita problemas de saúde no trabalhador .....	28
Figura 13 - Misturas mais homogêneas e precisas com o uso da betoneira .....	28
Figura 14 - Concreto sendo projetado .....	29
Figura 15 - Etapas do processo de assentamento de blocos com cola blocos .....	29
Figura 16 - Escantilhão para auxiliar no assentamento da alvenaria estrutural.....	30
Figura 17 - Uso de gabarito na execução de portas e janelas .....	30
Figura 18 - Técnica de projeção de chapisco utilizando a máquina chapiscadora .....	31
Figura 19 - Equipamento para corte de pisos e azulejos .....	31
Figura 20 - Nível a laser .....	32
Figura 21 - Trabalhador usando técnica manual para desfazer parte de uma parede.....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Profissão.....	34
Gráfico 2 - Gênero.....	35
Gráfico 3 - Faixa etária.....	35
Gráfico 4 - Tempo de trabalho em obras.....	35
Gráfico 5 - Quanto tempo desde que terminou curso na universidade.....	36
Gráfico 6 - Emprego de técnicas modernas.....	36
Gráfico 7 - Emprego de equipamentos mecanizados.....	36
Gráfico 8 - Dificuldade dos pedreiros em aprender técnicas novas.....	37
Gráfico 9 - Rejeição dos pedreiros em trabalhar com máquinas.....	37
Gráfico 10 - Relação entre idade e aceitação de novos aprendizados.....	37
Gráfico 11 - Participação dos pedreiros em treinamentos.....	38
Gráfico 12 - Obras modernas e custos.....	38
Gráfico 13 - Obras modernas e trabalho desumano.....	38
Gráfico 14 - Obras modernas e tempo.....	39
Gráfico 15 - Obras modernas e qualidade.....	39
Gráfico 16 - Construção civil brasileira quanto ao avanço.....	39
Gráfico 17 - Construção civil brasileira quanto a eficiência.....	40
Gráfico 18 - Construção civil brasileira quanto a mão de obra.....	40
Gráfico 19 - Construção civil brasileira quanto a qualidade.....	40
Gráfico 20 - Construção civil brasileira quanto a possibilidade de melhorar.....	41
Gráfico 21 - Atrasos quanto ao cronograma na obra.....	41
Gráfico 22 - Custo/benefício do uso de equipamentos mecanizados.....	41
Gráfico 23 - Grau de organização das obras.....	42
Gráfico 24 - Grau de modernização das obras.....	42
Gráfico 25 - Ocupação.....	43
Gráfico 26 - Idade operários.....	43
Gráfico 27 - Tempo trabalhado.....	44
Gráfico 28 - Escolaridade dos trabalhador.....	44
Gráfico 29 - Realização de estudos para trabalhar em obras.....	44
Gráfico 30 - Preferência em trabalhar com máquinas.....	45
Gráfico 31 - Pré-disposição em aprender novas técnicas.....	45
Gráfico 32 - Aquisição de habilidades para trabalhar em obras.....	45

Gráfico 33 - Treinamento para utilização de máquinas.....	46
Gráfico 34 - Aspectos que interferem no trabalho. ....	46
Gráfico 35 - Tarefas que deveriam ser realizadas por máquinas.....	47
Gráfico 36 - Comparação entre serviço feito por máquinas e o feito manualmente. ....	47
Gráfico 37 – Comparação da produtividade brasileira, europeia e americana. ....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CONSTRUÇÕES: DA ANTIGUIDADE A IDADE CONTEMPORÂNEA</b> .....	<b>14</b>
4.1	IDADE ANTIGA .....	14
4.2	IDADE MÉDIA .....	15
4.3	IDADE MODERNA .....	18
<b>4.3.1</b>	<b>Renascença</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Iluminismo</b> .....	<b>19</b>
4.4	IDADE CONTEMPORÂNEA .....	20
<b>4.4.1</b>	<b>De 1789 a 1860</b> .....	<b>20</b>
<b>4.4.2</b>	<b>De 1860 a 1960</b> .....	<b>20</b>
<b>4.4.3</b>	<b>De 1960 aos dias atuais</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>AS TÉCNICAS E AS FERRAMENTAS MODERNAS</b> .....	<b>25</b>
5.1	A EVOLUÇÃO .....	25
5.2	NOVAS FERRAMENTAS E TÉCNICAS .....	27
<b>5.2.1</b>	<b>Máquina de dobrar aço</b> .....	<b>27</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Máquina de amarrar armadura</b> .....	<b>27</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Betoneira</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Máquina para projeção de concreto</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Assentamento de blocos com cola bloco</b> .....	<b>29</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Escantilhão</b> .....	<b>29</b>
<b>5.2.7</b>	<b>Gabarito de aço para vãos de portas e janelas</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.8</b>	<b>Máquina chapiscadora e rebocadora de paredes</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2.9</b>	<b>Cortador riscador de cerâmica</b> .....	<b>31</b>
<b>5.2.10</b>	<b>Nível eletrônico</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>CUSTO DE AQUISIÇÃO DAS FERRAMENTAS E DAS TÉCNICAS MODERNAS</b> ..	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>PESQUISA DE CAMPO</b> .....	<b>34</b>
7.1	QUESTIONÁRIO APLICADO EM ENGENHEIROS E ARQUITETOS: TABULAÇÃO DOS DADOS .....	34
<b>7.1.1</b>	<b>Questões de identificação</b> .....	<b>34</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Questões sobre a inserção de técnicas e equipamentos modernos nas obras</b> .....	<b>36</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Características das obras com técnicas e equipamentos modernos</b> .....	<b>38</b>
<b>7.1.4</b>	<b>Opinião dos engenheiros e arquitetos sobre a construção civil brasileira</b>	<b>39</b>
<b>7.1.5</b>	<b>Outras considerações sobre obras</b> .....	<b>41</b>
7.2	QUESTIONÁRIO APLICADO EM PEDREIROS E SERVENTES: TABULAÇÃO DOS DADOS .....	43
<b>7.2.1</b>	<b>Questões de identificação</b> .....	<b>43</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Questões a respeito de formação e preparo para a função desempenhada</b> .....	<b>44</b>
7.3	ANÁLISE DOS DADOS .....	47
<b>8</b>	<b>ENTRAVES NA ADOÇÃO DAS TÉCNICAS E FERRAMENTAS MODERNAS</b> .....	<b>50</b>
8.1	CENÁRIO BRASILEIRO .....	50
8.2	COMPARAÇÃO ENTRE A SITUAÇÃO BRASILEIRA E DE OUTROS PAÍSES .....	50

<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da humanidade, a engenharia civil está presente na vida do homem. Com o passar dos anos, o homem descobriu novas técnicas e novas ferramentas para facilitar sua vivência diária e a construção civil evoluiu lado a lado. As novas descobertas eram aplicadas às obras e, cada vez mais, as mudanças eram observadas nas construções.

Hoje em dia, esses avanços são ainda mais evidentes. Principalmente após o surgimento do computador, permitindo que cálculos complexos sejam feitos de forma mais rápida e também facilitam a execução de desenhos e toda a comunicação entre as partes envolvidas nas construções. Porém, toda essa tecnologia tarda a chegar nos canteiros de obra.

O processo de mecanização e industrialização da construção civil brasileira, ainda hoje, é lento. A grande maioria das obras ainda utiliza mão de obra desqualificada, equipamentos obsoletos e técnicas construtivas arcaicas. Como exemplo citam-se escoras de madeira, grande desperdício, lentidão na execução das tarefas e serviços de má qualidade.

A indústria da construção civil conta atualmente com equipamentos mecanizados, técnicas modernas e formas de gerenciamento inovadoras, entretanto há dificuldade em mecanizar a obra.

O presente trabalho irá explorar as causas pelas quais estes avanços tecnológicos parecem não ter atingido a construção civil brasileira. Partindo de uma análise da evolução da construção civil e dos equipamentos e técnicas utilizadas, pretende-se entender seu desenvolvimento. Para complementar, uma pesquisa de campo será realizada para melhor compreensão da situação sob o ponto de vista dos operários, arquitetos e engenheiros. Finalmente, serão apresentadas propostas para que as obras possam atingir um grau de modernização mais elevado.

## **2 OBJETIVOS**

O presente trabalho irá discutir e refletir a evolução dos processos de desenvolvimento da construção civil contemporânea, bem como a modernização da industrialização na construção. Além disso, o grau de mecanização e modernização dos equipamentos e técnicas utilizados nas obras da cidade de Lorena será verificado.

Tem-se como objetivos principais a análise de fatores que impedem a adoção de novas técnicas construtivas na cidade de Lorena e a proposta de métodos, processos e equipamentos para a modernização dos canteiros de obra.

## **3 METODOLOGIA**

Primeiramente, realizou-se o estudo da bibliografia para analisar os tópicos mais importantes e significativos relacionados ao tema deste trabalho. Esta pesquisa proporcionou informações relevantes sobre a história da construção civil no mundo, assim como as técnicas empregadas atualmente e as oportunidades para adoção de novos procedimentos e equipamentos.

No passo seguinte, para conhecer melhor a situação atual, fez-se uma pesquisa de campo com levantamento de informações através de questionários. Durante essa etapa, trabalhadores envolvidos com a construção civil foram entrevistados e realizaram-se visitas técnicas para a reunião de dados e fotografias.

Com todos os dados obtidos, a etapa seguinte consistiu na transformação desses dados em gráficos e sua análise.

Finalmente, o trabalho pôde ser redigido e algumas sugestões propostas para a modernização e mecanização dos canteiros de obra da cidade de Lorena.

## 4 CONSTRUÇÕES: DA ANTIGUIDADE A IDADE CONTEMPORÂNEA

A história da construção civil está diretamente relacionada à evolução humana. Conforme o homem descobria novas técnicas e novos materiais, mudanças ocorriam na construção civil.

Este capítulo será apresentado um breve resumo da história da construção civil que foi dividida em períodos históricos, também serão comentadas as principais construções históricas.

### 4.1 IDADE ANTIGA

Durante o período da Idade Antiga constatou-se o surgimento de diversas civilizações, dentre elas a grega e a romana, que influenciaram fortemente os conceitos e costumes da vida ocidental.

Gregos e romanos conseguiram inovar, mesmo não tendo a sua disposição elementos e técnicas construtivas modernas. Baseados no que já havia sido feito, eles obtinham a evolução construtiva.

Desde o início da existência humana, a engenharia civil tem sido um aspecto importante, porém sua história somente pode ser acompanhada após o surgimento da escrita. As evidências mais antigas datam de 1500 a.C, quando matemática e engenharia apareceram nos territórios com influência dos gregos.

O surgimento de projetos formais veio da necessidade de planejar a construção das estruturas cada vez maiores e mais complexas. Grande importância era dada aos templos, os quais tendiam a ser grandiosos e sofisticados (Figura 1). Por este motivo, muitas pedras deviam ser deslocadas e os vãos a serem vencidos eram muito maiores que os das construções domésticas. Muitas pessoas estavam envolvidas nesse trabalho, mas apenas um indivíduo era responsável pela coordenação dessa mão de obra. O executor da obra precisava apresentar um esboço ou uma maquete a seu cliente para ter seu orçamento aprovado. Posteriormente, reuniam-se os trabalhadores para discutir e adotar uma linguagem compreensível a todos.



**Figura 1 - Segundo Templo de Artemis**



Fonte: (ADDIS, 2009)

As maquetes eram parte importante dos projetos, elas serviam como teste de estabilidade: se uma estrutura em maquete medindo um metro atingisse estabilidade, quando fosse construída 10 vezes maior, também seria estável.

O processo de construção não se diferencia tanto do utilizado atualmente, a diferença maior encontra-se nos materiais. As construções, em sua grande maioria, eram feitas com barro ou tijolos de barro, madeira e pedra (ROBERTSON, 1929), como pode ser observado na Figura 2. Materiais considerados de simples manuseio para a mão de obra não especializada.

**Figura 2 - Construção romana com estrutura de madeira**



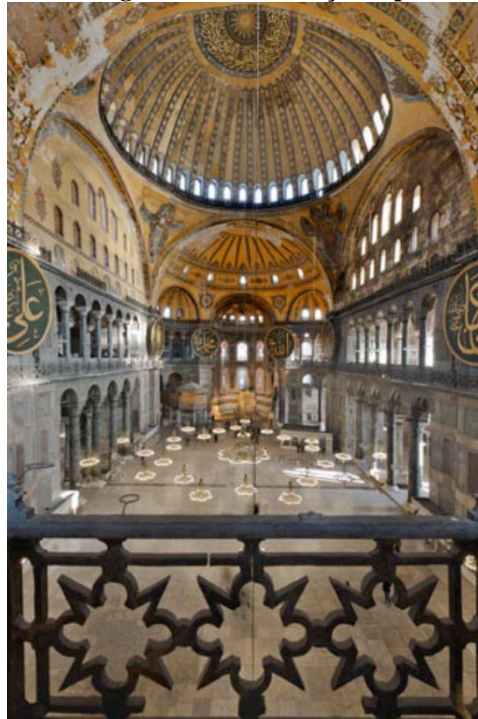
Fonte: (ADDIS, 2009).

## 4.2 IDADE MÉDIA

Foi na Idade Média que o Império Romano teve seu apogeu. A Igreja católica desempenhou um importante papel interferindo nas decisões do Estado e por meio das cruzadas, buscou ganhar ainda mais influência.

O imperador Justiniano, assim como seus antecessores, procurou estabelecer sua autoridade através das construções. Como o domínio religioso da época era o cristianismo, grande parte das construções eram igrejas, exemplo disto é a Igreja de Santa Sofia (Figura 3), que ainda hoje se destaca na história da construção civil.

**Figura 3 - Igreja de Santa Sofia: grandiosa construção representando o cristianismo**



Fonte: (Disponível em: <<http://ayasofyamuzesi.gov.tr/en/photo-gallery>>. Acesso em: abr. 2015).

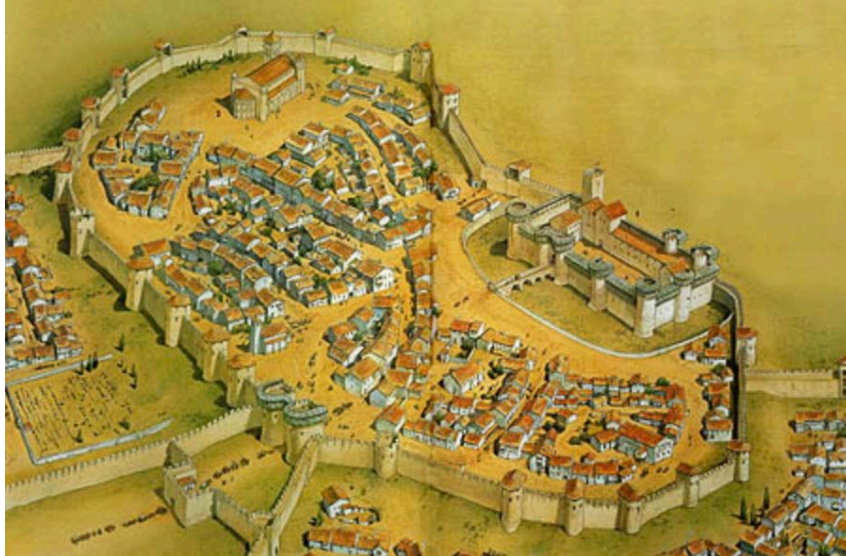
A Igreja de Santa Sofia se diferencia das construídas anteriormente. Blocos de pedras e tijolos constituíam os elementos estruturais (ZUCHORA-WALSKE, 2015). Outro material aplicado era o ferro, que compunha grampos para segurar grandes blocos e tirantes que ajudavam durante-construção.

O governo centralizado de Justiniano fez com que as rotas de comércio desaparecessem e, como consequência, todo o sistema que garantia prosperidade, segurança e infraestrutura às cidades sofreu um grande abalo, facilitando a sua invasão por povos vizinhos.

A influência do povo invasor, predominantemente islâmico, fez com que características mais delicadas fossem adotadas em algumas construções. Entretanto, esse novo estilo não foi predominantemente adotado, os principais motivos para isso possivelmente eram a indisponibilidade de dinheiro e a segurança que as técnicas já conhecidas proporcionavam.

Com as invasões, o Estado se fragmentou em cidades que aos poucos, tornaram-se estáveis economicamente. Com esse crescimento econômico, surgiram obras com o objetivo de proteger a riqueza (Figura 4). Em alguns casos, a cidade toda estava cercada por muralhas com torres de observação. Além disso, a estabilidade também possibilitou a ampliação da infraestrutura e a construção de igrejas e universidades.

**Figura 4 - Cidade Carcassonne, as muralhas foram construídas para dar proteção aos cidadãos**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.catharcastles.info/carcassonne.php#photos>>. Acesso em: abr. 2015).

Com o surgimento de outras cidades, a demanda por mão de obra elevou-se, mas as técnicas construtivas usadas não eram novas. Dessa forma, enquanto os trabalhadores – como pedreiros e carpinteiros – eram requisitados tanto para construção como para fins militares, os engenheiros precisaram especializar-se. Alguns se especializaram em construção militar, por exemplo.

Esse quadro começou a mudar quando os castelos passaram da função de proteção para construções que ofereciam conforto a seus ocupantes (POUNDS,1994). Os materiais usados para essas construções eram similares aos usados nas construções romanas, uma das diferenças era a ausência de tijolos cozidos. Foi na era medieval que o ferro começou a ser mais explorado.

Ao fim dessa era histórica, a riqueza estava concentrada nas mãos da Igreja Cristã. Por esse motivo, grande parte das construções eram edificações religiosas. Porém, com a intensificação do comércio, a concentração de riquezas começou a dispersar pelo território europeu e o quadro iria mudar novamente com os surgimento do capitalismo.

## 4.3 IDADE MODERNA

### 4.3.1 Renascença

Na Idade Moderna as monarquias europeias fortaleceram-se e expandiram-se. Tornando possível o avanço das navegações marítimas. Foi também quando o capitalismo surgiu.

Durante os séculos XIV e XV, avanços importantes ocorreram: máquinas movidas a vento, água e a manivela eram empregadas na indústria. Os avanços ocorreram com mais intensidade ao norte da Itália, gerando prosperidade econômica na região. Esse fato combinado com a transformação cultural levaram a Renascença.

Durante o renascimento, a Itália vivenciou o surgimento do sistema de oficinas que combinava conhecimento e prática. Essas oficinas possibilitaram o aparecimento de trabalhadores mais especializados em diversas áreas como engenharias, artes e literatura.

A expansão do comércio pela Europa e o conseqüentemente acúmulo de riquezas gerado, originaram construções que representavam grandeza e requinte. Nesta época, valorizava-se o conforto proporcionado aos ocupantes da habitação. Preocupação claramente representada no castelo *Château de Chambord*, na França (Figura 5).

**Figura 5 - Chateau de Chambord e a valorização do conforto**



Fonte: (Disponível em: <<http://notre-aventure-commence-ici.com/Chateau%20de%20Chambord.php>>. Acesso em: abr. 2015).

Uma técnica inserida no século XVI, na Espanha na construção do palácio *El Escorial* foi a utilização de pedras cortadas antes de chegarem ao canteiro. Essa prática permitiu maior rapidez na execução do trabalho, já que, o procedimento tradicional era talhar a pedra irregular após o assentamento de suas adjacentes (ADDIS, 2009). O novo método requeria um bom planejamento que era atípico para a época.

Ao fim da Renascença, obras maiores puderam ser construídas. Isso aconteceu pois a necessidade principal estava no avanço das navegações, ou seja, a engenharia estava voltada para a área naval e militar.

#### **4.3.2 Iluminismo**

Com a expansão das rotas de comércio, houve um êxodo para as cidades, que necessitavam de mais serviços como educação, alimentação e combustíveis – esse último tanto para aquecimento quanto para produção de ferro forjado.

Os engenheiros deixaram de trabalhar na área militar e passaram a trabalhar em obras civis por volta do século XVI. O novo trabalho envolvia drenagem de solos, construção de canais e pontes e prevenção de enchentes.

Durante o iluminismo, pode-se observar um desenvolvimento das habilidades humanas ligadas a arte como arquitetura, música, pintura e literatura. Desta forma, foi possível aplicar a riqueza, antes direcionada a construções religiosas, para novos tipos de arquitetura.

As técnicas empregadas nas construções, como utilização de alvenaria de tijolos passaram a ser registrados em livros.

Construir baseando-se apenas em observações e generalizações, como era feito antes do Renascimento, deixou de ser suficiente. Os engenheiros sentiram necessidade de realizar experimentos, possibilitando avanços com relação a momento fletor, ruptura e flexão, que conservam-se até os dias atuais.

Diversas edificações foram construídas com base nos experimentos e em novas técnicas. Grande parte do trabalho era registrado, publicado e disseminado cientificamente pelo o mundo, fazendo com que esses avanços influenciassem a forma de construir. Manuais de construção e livros de bolso começaram a ser impressos a medida que a alfabetização gradualmente chegaram aos trabalhadores da construção civil.

A necessidade de transmitir os conhecimentos adquiridos na prática levou ao surgimento de um curso nas universidades: o de engenharia civil. Os saberes eram registrados em livros formais, seguindo o exemplo de outras profissões como medicina e direito.

A partir do século XVIII, constatou-se que o progresso que a matemática e a ciência haviam alcançado beneficiou a construção civil, o uso de material e o risco de falhas futuras poderiam ser reduzidos. Entretanto, o que realmente mudou a cena foi a introdução de um novo material: o ferro.

Foi somente a partir de 1750 que o ferro começou a ser usado como parte da estrutura das construções. Até então ele era utilizado para obtenção de ferramentas e utensílios. A primeira aplicação de ferro fundido para pilares e ferro forjado para vigas foi na sustentação da cobertura da cozinha do monastério cisterciense em Alcobaça, Portugal. Os pilares de ferro eram mais caros que aqueles feitos em madeira ou pedra. Porém, davam maior amplitude ao interior dos locais onde eram usados, por serem mais esbeltos.

#### 4.4 IDADE CONTEMPORÂNEA

##### 4.4.1 De 1789 a 1860

As ideias iluministas disseminadas na Revolução Francesa começaram a ser desenvolvidas, trazendo grandes mudanças na organização social e conflitos de expansões globais.

Entre as décadas de 1790 e 1820, período que compreende desde a Revolução Francesa até a queda de Napoleão, avanços técnicos e econômicos geraram resultados importantes: o número de fábricas crescia e cada vez mais máquinas eram necessárias. Com essa grande produção, excedentes eram gerados, possibilitando assim as exportações de produtos.

Um outro progresso alcançado foi o desenvolvimento das estradas de ferro. Nesta etapa de desenvolvimento, engenheiros tiveram grande importância pois estavam ligados a sua construção, além de também serem responsáveis por pontes, canais e portos.

Algumas condições também haviam melhorado: a utilização de mão de obra especializada e a disponibilidade de escolas e livros de engenharia.

O ferro passou a ser amplamente usado e facilmente encontrado por toda Europa. Os britânicos o usavam fundido, enquanto os franceses o aplicavam forjado. Sua aplicação era extensa principalmente por sua característica de resistir ao fogo.

##### 4.4.2 De 1860 a 1960

Por volta de 1830, colunas e vigas de ferro, mesmo sendo vastamente usadas, ainda eram acompanhadas de paredes de alvenaria com função estrutural que ajudavam na

transferência das cargas. A primeira edificação a utilizar vínculos rígidos entre vigas e colunas para garantir estabilidade foi Hungerford Fish Market, em Londres.

A primeira vez em que o aço foi utilizado em uma grande construção foi na *Galérie des Machines* (Figura 6), na Exposição Universal de 1889 em Paris.

**Figura 6 - Galérie des Machines em Paris**



Fonte: (ADDIS, 2009).

Devido a novos processos de obtenção o preço do aço caiu, mas mesmo assim não conseguiu substituir ferro nas construções antes de 1880.

No começo da década de 1880, em Nova York e Chicago, o avanço em direção a uma edificação em que paredes de alvenaria não tem função estrutural, como são as de hoje em dia, atingiu um grande desenvolvimento. Isso ocorreu devido ao fim da Guerra Civil americana e ao grande incêndio que atingiu Chicago. Acontecimentos que aumentaram a demanda por novas edificações, que deviam ter custo baixo e serem construídas rapidamente – o que a construção de alvenaria tradicional não permitia. As modificações na forma de construir permitiram que as construções pudessem atingir maiores alturas.

Foi somente por volta de 1890, depois de muitas pesquisas científicas, que a construção de concreto armado atingiu grande parte dos elementos construtivos como pilares, vigas, fundações, fachadas e coberturas.

Durante os 60 anos que se seguiram, não se notou uma grande inovação, porém ocorreu um imenso progresso a partir do que já havia sido alcançado anteriormente. A aplicação de estruturas de aço foi disseminada, primeiro na América do Norte, e depois na América Latina, África e Austrália. A principal característica dessa técnica era a velocidade com que os

prédios subiam. Um exemplo de edifício construído nessa época é o Empire State Building, em Nova York (Figura 7).

**Figura 7 - Empire State Building, Nova York**



Fonte: (ADDIS, 2009).

Novos métodos surgiram, um deles era o concreto protendido, que começou a ser usado na construção de pontes na década de 1930, permitindo que o elemento estrutural pudesse ser comprimido e, ao mesmo tempo, não fosse tão espesso. Na década de 1930 novos materiais estruturais também surgiram, como madeira laminada e alumínio, ambos desenvolvidos pela indústria aeronáutica.

#### **4.4.3 De 1960 aos dias atuais**

Nesse período os projetos de engenharia passaram por grandes mudanças. Nas construções, as transformações estavam principalmente na arquitetura. Prédios modernos com formas eficientes, passaram a usar materiais economicamente viáveis e sua calefação e refrigeração tornaram-se mais eficazes.

O surgimento do computador facilitou a vida de engenheiros e arquitetos. O seu uso para realização de cálculos, desenhos e modelos matemáticos tem favorecido imensamente o trabalho desses profissionais.



Dentre os novos matérias, os que ganham destaque são os polímeros e os compostos com fibras de vidro ou carbono.

Com o passar dos anos, muitas edificações do século XIX foram demolidas para dar lugar a outras com valor arquitetônico, histórico e cultural inferior ou nulo. Foi apenas por volta de 1960 que a orientação em relação a construções antigas passa a ser restauração e reciclagem – ao invés de destruição. Normalmente o que se reaproveita nesses casos, é a pele e a estrutura da edificação, deixando o interior e suas instalações livres para novas ideias e inovações. Processo que aconteceu com a estação ferroviária de Atocha de Madri que foi transformada em shopping e jardim público em 1992.

Quando os cientistas passaram a estudar os impactos na natureza causados pelo ser humano (contaminação de água, poluição do ar e destruição da vida selvagem), houve um aumento da preocupação da conservação do meio ambiente, principalmente após a constatação de que a população crescia num ritmo mais acelerado que a disponibilidade de recursos naturais. Esse fato gerou a necessidade dos engenheiros reverem os procedimentos que causavam elevado consumo de materiais e geração de resíduos na natureza e principalmente, a tentar diminuir a quantidade de energia e água consumida pelos edifícios.

Desde a década de 1960 até os dias atuais, as preocupações com o meio ambiente são recorrentes e pesquisadores inovam cada vez mais nas soluções. Um exemplo é o projeto *Gemini House* da Universidade de Toronto (Figura 8) que transformou uma casa de alvenaria dos anos 1870 em uma casa com baixo consumo de energia.

**Figura 8 - *Gemini House* - modelo de casa com baixo consumo de energia**



Fonte: Próprio autor.

O futuro reserva ainda mais inovações e avanços em relação à sustentabilidade.

As edificações terão de incorporar, evidentemente, muitas características “sustentáveis” de projeto, como a geração de energia de fontes solar, eólica e geotérmica, e sistemas para reciclagem de água. [...] Será preciso, então, ter em mente o ciclo de vida do projeto e construção de uma edificação – os prédios, por exemplo, serão construídos de forma que permitam uma desmontagem fácil, para que os componentes ou matérias possam ser reusados ou reciclados. (ADDIS, 2009, p.606)

Para superar os novos desafios que virão, arquitetos e engenheiros passarão cada dia mais a trabalhar de modo a reduzir os prejuízos à natureza, além de garantir a construção de edificações que ofereçam maior conforto às pessoas.

## 5 AS TÉCNICAS E AS FERRAMENTAS MODERNAS

### 5.1 A EVOLUÇÃO

O homem, desde antes de começar a cultivar plantas, criar animais e construir moradias, usa instrumentos para auxiliar e facilitar as suas tarefas. As primeiras ferramentas utilizadas eram feitas a partir de pedras lascadas e ossos de animais (Figura 9). Mesmo sendo pouco elaboradas, eram úteis para o dia-a-dia.

Conforme o homem acumulava experiências, as ferramentas evoluíam, passando de pedra lascada para a pedra polida. Dependendo do objetivo final, o homem dava o formato desejado ao instrumento. A descoberta da técnica de provocar o fogo também contribuiu para o aprimoramento das ferramentas. Com o início do processo de sedentarismo, o homem melhora e amplia as formas de comunicação, transmitindo o conhecimento para as gerações futuras. Com o passar do tempo o homem irá descobrir e dominar a fundição de metais.

Ao adquirir mais experiência de trabalho, o homem descobre que ferramentas feitas a partir de metais geram instrumentos mais duradouros do que os de pedra.

**Figura 9 - As ferramentas da Pré-história**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.gedore.com.br/historia-ferramenta.php>>. Acesso em: abr. 2015).

Mesmo com a evolução de pedra para metal fundido muita força ainda era exigida do homem ou de animais. Somente com o surgimento do motor a vapor que essa situação mudou. Com os primeiros motores foi possível que diversas ferramentas funcionassem ao mesmo tempo. Além do aumento da produtividade, o motor também proporcionava maior velocidade nas tarefas e movimentos mais precisos nos detalhes, tudo isso por um período de tempo mais longo que o alcançado pelo homem.

A criação do motor a vapor, sucedido pelo a combustão e posteriormente pelo elétrico provocou uma revolução nas ferramentas construtivas. Como consequência surgiram furadeiras, serras mármore e parafusadeiras. A evolução das ferramentas pode ser observada na Figura 10.

**Figura 10 - Exemplos de algumas ferramentas ao longo da história**



Fonte: (Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/17/artigo89509-2.aspx>>. Acesso em mai. 2015). Adaptado.

## 5.2 NOVAS FERRAMENTAS E TÉCNICAS

Com o passar dos anos novas ferramentas e máquinas foram desenvolvidas e hoje em dia há no mercado diversas opções que aproveitam a tecnologia atual para o benefício das construções, reduzindo o tempo de execução da tarefa e dispensando o homem de realizar trabalhos excessivamente pesados.

O emprego dessas ferramentas e máquinas mais recentes aumenta a produtividade e precisão dos trabalhos realizados. A seguir, apresentam-se alguns desses equipamentos modernos.

### 5.2.1 Máquina de dobrar aço

A máquina portátil dobradora de armadura de aço (Figura 11) tem capacidade de dobrar barras de até 16mm de diâmetro. Os ângulos de dobra variam entre 0 e 130 graus. O equipamento tem 15 kg de peso e dobra barras em apenas 5 segundos. O funcionamento consiste em colocar a barra no vão e apertar o gatilho, dessa forma toda a força exigida do trabalhador é realizada pela máquina.

**Figura 11 - Exemplo de tecnologia moderna utilizada na construção civil - Máquina para dobrar armadura de aço**



Fonte: (Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oT6wuQq6HbY>>. Acesso em mai. 2015).

### 5.2.2 Máquina de amarrar armadura

O seu funcionamento da máquina de amarrar armadura (Figura 12) consiste em posicionar sua ponta na união entre duas barras. Ao apertar o gatilho, o equipamento entrelaça fios de arame ao redor da união, os enrola e corta. Além de acelerar o processo, o uso desse equipamento também diminui os casos de lesões lombares por esforço e repetição de movimentos nos trabalhadores.

**Figura 12 - Máquina que além de agilizar o trabalho, evita problemas de saúde no trabalhador**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.tradeget.com/listing/shenzhen-koonwing-group-hongkong/products-services/51392/1/>>. Acesso em: jun 2015).

### 5.2.3 Betoneira

O uso da betoneira (Figura 13) representa aumento de produtividade em uma obra, que pode chegar a 4 m<sup>3</sup> por hora (betoneira de 400 litros). Ela é principalmente utilizada para realizar a mistura de concreto e também para processar massa para chapiscar e rebocar paredes.

O uso desse equipamento proporciona misturas mais homogêneas e precisas. Isso acontece pois não há dependência do esforço humano para realizar a mistura e não ocorre perda de água por contato com outras superfícies, como chão.

**Figura 13 - Misturas mais homogêneas e precisas com o uso da betoneira**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.csm.ind.br/revenda/Produtos/Betoneiras%7C28#CS-400-litros|25>>. Acesso em jun. 2015).

### 5.2.4 Máquina para projeção de concreto

A projeção de concreto (Figura14) é indicada para locais de difícil acesso ou quando a construção de formas não é viável. Esse processo consiste na utilização de ar comprimido para lançamento da mistura de concreto sobre uma superfície, a qual pode ser simplesmente solo compactado, um lado da forma já com a armadura ou painéis com a forma desejada (uma curva por exemplo).

**Figura 14 - Concreto sendo projetado**



Fonte: Próprio autor.

### 5.2.5 Assentamento de blocos com cola bloco

Esta técnica representa ganho de 60% na produtividade. A necessidade de produzir argamassa na obra é dispensada pois ela já vem pronta para usar. A utilização desse produto (Figura 15) possibilita uma obra mais limpa e praticamente acaba com a produção de resíduos e perda de material.

**Figura 15 - Etapas do processo de assentamento de blocos com cola blocos**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.verbamfix.com.br/produto>>. Acesso em: jun. 2015).

### 5.2.6 Escantilhão

O uso desse equipamento ocasiona melhora na precisão de assentamento de blocos de vedação e estruturais. Ele oferece ajuste em prumos e nível dos blocos da alvenaria (Figura 16). Esse tipo de equipamento pode ser adquirido em diferentes alturas e possui régua com a graduação de cada fiada. Para a alvenaria estrutural ele consiste em um tripé que sustenta a régua graduada, já para alvenaria de vedação, a régua é travada entre a laje inferior e a superior de um pavimento.

**Figura 16 - Escantilhão para auxiliar no assentamento da alvenaria estrutural.**



Fonte: Próprio autor.

### **5.2.7 Gabarito de aço para vãos de portas e janelas**

Os gabaritos em aço (Figura 17) substituem os confeccionados na própria obra feitos a partir de tábuas de madeira. Sua utilização ocasiona economia de tempo, além de diminuir o uso de madeira, pois os gabaritos já vem prontos. Eles permitem algumas modificações em suas dimensões para atingirem o tamanho requerido a cada obra.

**Figura 17 - Uso de gabarito na execução de portas e janelas**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/cases/2/villa-jardim.html>>. Acesso em: jun. 2015).

### **5.2.8 Máquina chapiscadora e rebocadora de paredes**

O princípio de funcionamento dessa máquina é semelhante ao do projetor de concreto: com acionamento através de um compressor de ar. A diferença está no fato de o projetor de argamassa para chapisco e reboco contém uma caneca que armazena o produto, possibilitando que a pistola o projete (Figura 18).



A massa a ser colocada na caneca é a mesma usada regularmente para esse tipo de trabalho. O equipamento favorece a velocidade do processo que hoje em dia é feito manualmente. A máquina pode produzir até 300 m<sup>3</sup> por dia para chapisco e 60 m<sup>3</sup> para reboco.

**Figura 18 - Técnica de projeção de chapisco utilizando a máquina chapiscadora**



Fonte: (Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=j4l6q8\\_xQ-A](https://www.youtube.com/watch?v=j4l6q8_xQ-A)>. Acesso em: jun. 2015).

### 5.2.9 Cortador riscador de cerâmica

Esse equipamento propicia rapidez e facilidade no corte de cerâmica. O funcionamento consiste em colocar a peça cerâmica na parte emborrachada, alinhando a posição desejada para corte na marcação indicativa. Movimenta-se a alavanca, riscando a cerâmica, que finalmente é posicionada verticalmente na extremidade, movimentando a alavanca para baixo pressiona-se a cerâmica que parte-se na linha anteriormente riscada.

Todo o processo de utilização do riscador cortador (Figura 19) é silencioso e produz menos poeira que o uso de serra mármore.

**Figura 19 - Equipamento para corte de pisos e azulejos**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.casadamaquina.com.br/construcao/cortador-de-piso-master-125-cortag>>. Acesso em: jun. 2015).

### 5.2.10 Nível eletrônico

Esse equipamento eletrônico é de grande utilidade em obras de engenharia. Antes de sua aparição, eram necessários dois trabalhadores munidos de uma mangueira transparente com água em seu interior para fazer a transferência de um único ponto de uma localidade para outra, demandando tempo que poderia ser utilizado na execução de outra tarefa.

Ao utilizar o nível a laser (Figura 20), a transferência de níveis é realizada facilmente, exigindo apenas uma pessoa para operar. Outro benefício é a maior precisão quando comparado ao método descrito acima.

Há ainda modelos de nível de laser que são específicos para assentamento de cerâmica ou instalação de *dry wall*.

**Figura 20 - Nível a laser**



Fonte: (Disponível em: <<http://www.bosch-professional.com/gb/en/gll-2-15-34945-ocs-p/>>. Acesso em jun. 2015).

## 6 CUSTO DE AQUISIÇÃO DAS FERRAMENTAS E DAS TÉCNICAS MODERNAS

A aquisição de equipamentos modernos e sua aplicação nas obras de engenharia geram benefícios que, a longo prazo, ultrapassam o valor de compra. Adaptações no canteiro para acomodar as novas tecnologias e treinamento da mão de obra com objetivo de alcançar melhores resultados, ocasiona um investimento maior que o habitual.

No geral, porém, o resultado pode trazer uma economia em mão de obra e matéria prima, com a possibilidade de se igualar as despesas com a utilização de métodos tradicionais. Além disso, o emprego de ferramentas e técnicas contemporâneas pode provocar menor agressão ao meio ambiente, pois muitas vezes diminui a produção de entulho.

Outro fator atrativo para a aquisição desses equipamentos modernos é o tempo. A execução do trabalho utilizando ferramentas atuais diminui o tempo de execução da tarefa e, muitas vezes, o esforço feito pelo trabalhador e o resultado alcançado apresenta maior precisão.

A tabela abaixo mostra o custo para adquirir esses equipamentos

**Tabela 1 - Custo de aquisição**

<b>Item</b>	<b>Valor</b>	<b>Observações</b>
Máquina de dobrar armadura	US\$ 976.00	
Máquina de cortar armadura	US\$ 984.00	
Máquina de amarrar armadura	US\$ 931.00	
Betoneira	US\$ 611.70	400 litros
Cola bloco para assentamento de blocos	US\$ 376.00	Quantidade para assentar 10m <sup>2</sup> de parede
Escantilhão	US\$ 28.00	
Gabarito de aço para vãos de janelas	US\$ 28.00	Largura: 1,00 a 1,80m Altura: 0,80 a 1,40m
Gabarito de aço para vãos de portas	US\$ 28.00	Largura: 0,56 a 1,00m Altura: 2,00 a 2,30m
Máquina chapiscadora e rebocadora de paredes	US\$ 2260.70	
Cortador riscador de cerâmica	US\$ 229.00	Capacidade de corte 100cm
Nível a laser	US\$ 144.00	

\* Cotação do dólar: R\$3,76 feita em 07/11/2015.

Fonte: Próprio autor.

## 7 PESQUISA DE CAMPO

Parte deste trabalho foi elaborada baseada em uma pesquisa de campo realizada em obras de engenharia da cidade de Lorena, com o objetivo de obter dados sobre a mecanização da construção civil. Convém destacar que adotou-se como metodologia a aplicação de dois tipos de questionários: o primeiro específico para operários (pedreiros, serventes e mestre de obras) e um outro destinados aos engenheiros civis e arquitetos que atuam na cidade de Guaratinguetá e Lorena.

Como há diversidade de conhecimentos, experiências e especialidades nos diversos canteiros de obras, elaboraram-se questionário diferentes.

### 7.1 QUESTIONÁRIO APLICADO EM ENGENHEIROS E ARQUITETOS: TABULAÇÃO DOS DADOS

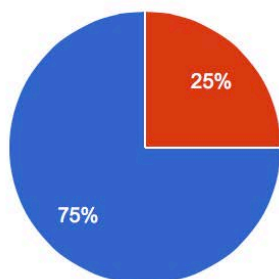
Ao todo oito profissionais da área de engenharia civil e arquitetura responderam ao questionário durante o mês de agosto de 2015. Abaixo apresentam-se a tabulação dos dados coletados.

As primeiras cinco perguntas do questionário são questões de identificação, portanto referem-se a idade, profissão, gênero etc.

#### 7.1.1 Questões de identificação

Gráfico 1 - Profissão.

Qual a sua profissão?



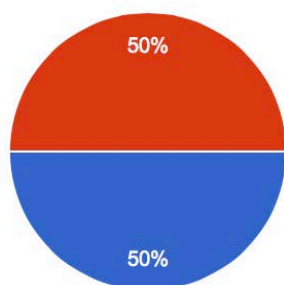
Engenheiro	<b>6</b>	75%
Arquiteto	<b>2</b>	25%
Outros	<b>0</b>	0%

Fonte: Próprio autor.

Dentre os entrevistados, 75% são engenheiros e 25% são arquitetos.

Gráfico 2 - Gênero.

Qual seu gênero?



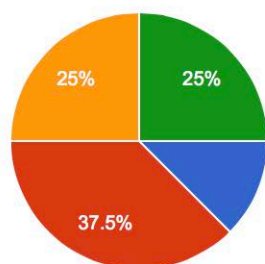
Masculino	4	50%
Feminino	4	50%

Fonte: Próprio autor.

Quanto ao gênero, houve empate, sendo 50% de cada sexo.

Gráfico 3 - Faixa etária.

Qual sua idade?



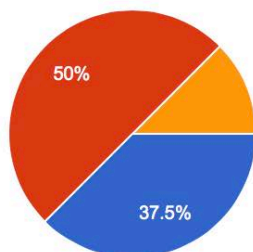
Até 25 anos	1	12.5%
de 26 a 35 anos	3	37.5%
de 36 a 45 anos	2	25%
de 46 a 60 anos	2	25%
Mais de 60 anos	0	0%

Fonte: Próprio autor.

A maioria (37.5%) dos entrevistados tem entre 26 e 35 anos. Apenas 12,5% tem menos de 26 anos. A porcentagem de pessoas de 36 a 45 anos e 46 a 60 anos é a mesma, 25%.

Gráfico 4 - Tempo de trabalho em obras.

Há quanto tempo você trabalha no canteiro de obras?

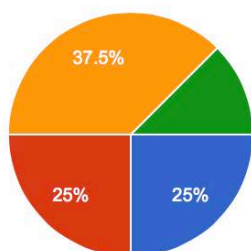


Até 5 anos	3	37.5%
Entre 5 e 15 anos	4	50%
Entre 16 e 30 anos	1	12.5%
Mais de 31 anos	0	0%

Fonte: Próprio autor.

Metade dos entrevistados (50%) trabalha com obras de 5 a 15 anos, enquanto 37.5% deles está trabalhando no setor há menos de 5 anos. Apenas um profissional (12,5%) trabalha com obras entre 16 e 30 anos. Nenhum dos entrevistados trabalha no canteiro de obras há mais de 31 anos.

**Gráfico 5 - Quanto tempo desde que terminou curso na universidade.  
Formado há quanto tempo?**



Até 3 anos	2	25%
Entre 4 e 10 anos	2	25%
Entre 11 e 20 anos	3	37,5%
Entre 21 e 35 anos	1	12,5%
Mais de 36 anos	0	0%

Fonte: Próprio autor.

Quatro dos entrevistados (50%) estão formados há 10 anos, sendo que dois destes (25%) se formaram há menos de 3 anos. 37,5% das pessoas formaram-se entre 11 e 20 anos atrás. Apenas um (12,5%) se formou entre 21 e 35 anos atrás.

### 7.1.2 Questões sobre a inserção de técnicas e equipamentos modernos nas obras

**Gráfico 6 - Emprego de técnicas modernas.  
Técnicas mais modernas deveriam ser empregadas nas obras [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**



Fonte: Próprio autor.

A maioria dos engenheiros e arquitetos (87,5%) acredita que técnicas modernas deveriam ser aplicadas nas obras, enquanto 12,5% respondeu talvez. Nenhum deles discorda da afirmação.

**Gráfico 7 - Emprego de equipamentos mecanizados.  
Equipamentos mecanizados deveriam ser empregados nas obras [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**



Fonte: Próprio autor.

Três quartos dos entrevistados (75%) respondeu que equipamentos mecanizados deveriam ser empregados nas obras de engenharia. Para a mesma pergunta, 25% respondeu que talvez eles deveriam ser empregados. Nenhum deles discorda da afirmação.

**Gráfico 8 - Dificuldade dos pedreiros em aprender técnicas novas.****Pedreiros tem dificuldade em aprender a trabalhar com máquinas [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**

Fonte: Próprio autor.

Quando perguntados se os pedreiros tem dificuldade em aprender a trabalhar com máquinas, 62,5% assinalou a alternativa “talvez”. Um quarto das pessoas (25%) acredita que eles tem dificuldade e 12,5% respondeu o oposto.

**Gráfico 9 - Rejeição dos pedreiros em trabalhar com máquinas.****Pedreiros rejeitam trabalhar com máquinas [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**

Fonte: Próprio autor.

Para a pergunta sobre rejeição dos pedreiros em trabalhar com máquinas, a maioria (62,5%) dos entrevistados respondeu que pedreiros não rejeitam os equipamentos mecanizados. Por outro lado, 12,5% acredita que a rejeição existe e 25% acha que talvez haja rejeição.

**Gráfico 10 - Relação entre idade e aceitação de novos aprendizados.****A idade do pedreiro interfere na aceitação de novas técnicas [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**

Fonte: Próprio autor.

A grande maioria (87,5%) acredita que a idade dos pedreiros interfere na pré-disposição em aceitar novas técnicas no trabalho. Por outro lado, 12,5% acha que talvez essa afirmação seja verdadeira. Nenhum deles discorda da afirmação.

**Gráfico 11 - Participação dos pedreiros em treinamentos.**

**Pedreiros participam de treinamentos oferecidos pela empresa [Dê sua opinião sobre as frases a seguir:]**



Fonte: Próprio autor.

Enquanto metade dos entrevistados (50%) acredita que os pedreiros participam dos treinamentos oferecidos pela empresa, a outra metade (50%) assinalou a alternativa “talvez”. Nenhum deles discordou da afirmação.

### 7.1.3 Características das obras com técnicas e equipamentos modernos

O próximo grupo de perguntas faz referência às obras de construção civil que tem técnicas e equipamentos modernos aplicados.

**Gráfico 12 - Obras modernas e custos.**

**Os custos são mais baixos [Em uma obra com técnicas e equipamentos modernos:]**



Fonte: Próprio autor.

Quando perguntados sobre os custos, metade dos entrevistados (50%) concordou que são mais baixos, enquanto 37,5% tem opinião neutra e 12,5% acredita que os custos são na verdade, mais altos.

**Gráfico 13 - Obras modernas e trabalho desumano.**

**O trabalho é menos desumano [Em uma obra com técnicas e equipamentos modernos:]**



Fonte: Próprio autor.



A grande maioria (87,5%) concordou dizendo que o trabalho é menos desumano, porém 12,5% tem opinião neutra. Nenhum deles discordou da afirmação.

**Gráfico 14 - Obras modernas e tempo.**

**É concluída rapidamente [Em uma obra com técnicas e equipamentos modernos:]**



Fonte: Próprio autor.

Quanto a rapidez na conclusão da obra, 87,5% acredita que a obra é feita rapidamente, enquanto 12,5% discorda.

**Gráfico 15 - Obras modernas e qualidade.**

**Tem qualidade melhor [Em uma obra com técnicas e equipamentos modernos:]**



Fonte: Próprio autor.

A grande maioria (87,5%) afirma que essas obras tem melhor qualidade, enquanto 12,5% tem opinião neutra.

#### 7.1.4 Opinião dos engenheiros e arquitetos sobre a construção civil brasileira

As próximas cinco perguntas referem-se a construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas empregados.

**Gráfico 16 - Construção civil brasileira quanto ao avanço.**

**É atrasada [O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas?]**



Fonte: Próprio autor.

A grande maioria acredita (87,5%) que a construção civil brasileira é tida como atrasada. Apenas 12,5% dos entrevistados discordou dessa afirmação.

**Gráfico 17 - Construção civil brasileira quanto a eficiência.**  
**É ineficiente [O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas?]**



Fonte: Próprio autor.

Quanto a eficiência, metade dos engenheiros e arquitetos (50%) tem opinião neutra. Um quarto acredita que é ineficiente e os outros 25% diz que é eficiente.

**Gráfico 18 - Construção civil brasileira quanto a mão de obra.**  
**Tem mão de obra qualificada [O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas?]**



Fonte: Próprio autor.

A maioria dos entrevistados (75%) respondeu que a mão de obra não é qualificada. Por outro lado, 12,5% acha que ela é qualificada e outros 12,5% tem opinião neutra sobre a mão de obra.

**Gráfico 19 - Construção civil brasileira quanto a qualidade.**  
**Tem qualidade final [O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas?]**



Fonte: Próprio autor.

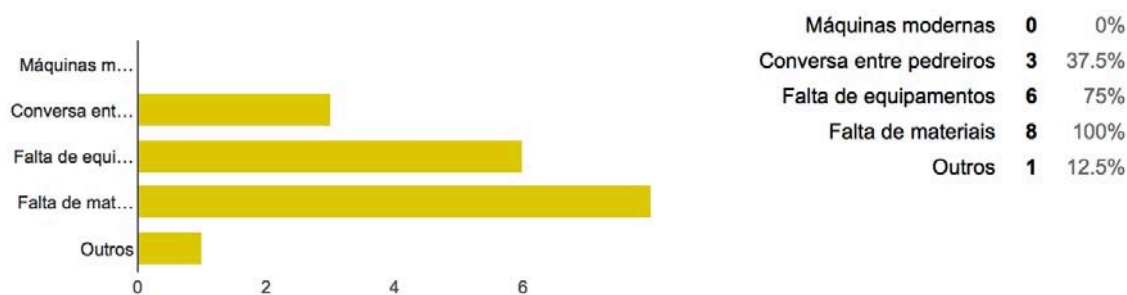
Apenas 37,5% concorda que as obras brasileiras apresentam qualidade final. Metade dos entrevistados tem opinião neutra e 12,5% discorda da afirmação.

**Gráfico 20 - Construção civil brasileira quanto a possibilidade de melhorar.****Tem potencial para melhorar [O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas?]**

Fonte: Próprio autor.

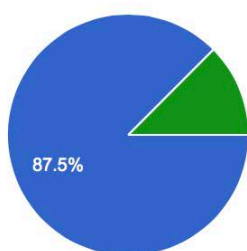
Todos os entrevistados (100%) acreditam que a construção civil brasileira tem possibilidade e melhora.

### 7.1.5 Outras considerações sobre obras

**Gráfico 21 - Atrasos quanto ao cronograma na obra.****O que emperra o andamento da obra?**

Fonte: Próprio autor.

Ao serem perguntados sobre as causas de atrasos em relação ao cronograma nas obras, os entrevistados concordaram que o principal agente é a falta de materiais. Nenhum deles acredita que o emprego de máquinas modernas possa emperrar o andamento da construção. Além da falta de equipamentos e a conversa ente os operários, o mau planejamento e a falta dele também foram apontados nas respostas recebidas.

**Gráfico 22 - Custo/benefício do uso de equipamentos mecanizados.****Como você encara o custo/benefício dos equipamentos mecanizados na construção civil?**

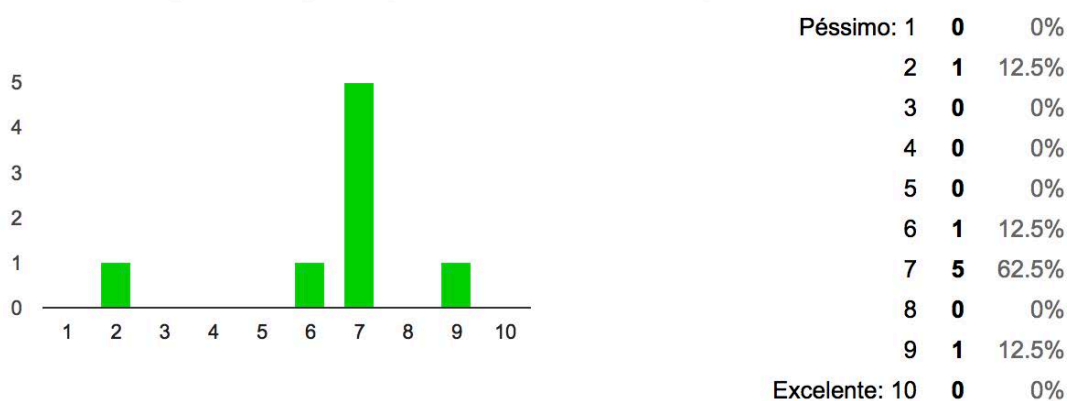
Resposta	Quantidade	Porcentagem
É vantajoso	7	87.5%
É pouco vantajoso	0	0%
Não é vantajoso	0	0%
Outros	1	12.5%

Fonte: Próprio autor.

Grande parte dos entrevistados (87,5%) afirmou que o custo/benefício da aplicação de equipamentos modernizados é vantajoso. Apenas 12,5% teve opinião diferente, assinalando que a relação depende da situação em análise.

**Gráfico 23 - Grau de organização das obras.**

**Qual a nota para o grau de organização das obras que você já trabalhou:**

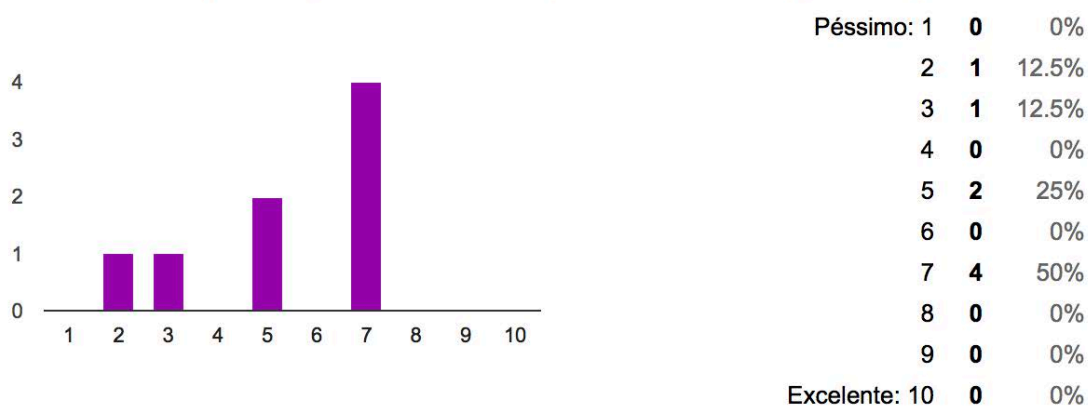


Fonte: Próprio autor.

A maioria dos entrevistados (62,5%) deu nota 7 para o grau de organização para as obras. Notas 2, 6 e 9 também foram dadas para esse aspecto.

**Gráfico 24 - Grau de modernização das obras.**

**Qual nota você daria para o grau de modernização das obras em que você já trabalhou?**



Fonte: Próprio autor.

Para o grau de modernização das obras em que os entrevistados trabalharam, a nota 7 teve metade dos votos. Notas como 2, 3 e 5 também foram dadas.

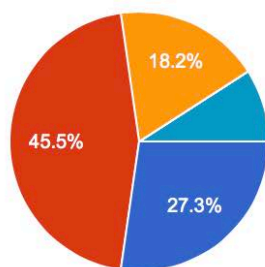
## 7.2 QUESTIONÁRIO APLICADO EM PEDREIROS E SERVENTES: TABULAÇÃO DOS DADOS

Durante o mês de julho de 2015, onze operários responderam ao questionário, entre eles pedreiros, serventes e mestre de obras. A seguir, é apresentada a tabulação dos dados. Iniciando com quatro perguntas de identificação.

### 7.2.1 Questões de identificação

Gráfico 25 - Ocupação.

Qual sua profissão?



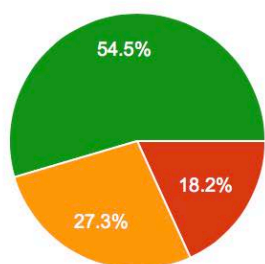
Pedreiro	3	27.3%
Servente	5	45.5%
Mestre de obras	2	18.2%
Armador	0	0%
Serralheiro	0	0%
Outros	1	9.1%

Fonte: Próprio autor.

Quanto a ocupação dos entrevistados, 45,5% são serventes, 27,3% pedreiros, 18,2% mestre de obras e 9,1% outros, como carpinteiro.

Gráfico 26 - Idade operários.

Qual a sua idade?

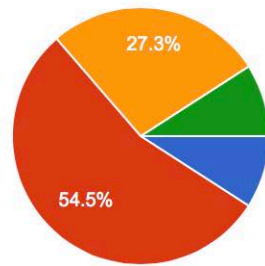


Entre 16 e 20 anos	0	0%
Entre 21 e 35 anos	2	18.2%
Entre 36 e 45 anos	3	27.3%
Entre 46 e 60 anos	6	54.5%
Acima de 60 anos	0	0%

Fonte: Próprio autor.

A maior parte dos operários entrevistados (54,5%) possui de 46 a 60 anos, 27,3% entre 36 e 45 anos e 18,2% de 21 a 35 anos. Nenhum jovem menor de idade ou idoso assim da 60 anos foi entrevistado.

Gráfico 27 - Tempo trabalhado.

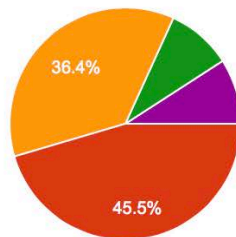
**Há quanto tempo trabalha nessa função?**

Menos de 5 anos	1	9.1%
Entre 6 e 15 anos	6	54.5%
Entre 16 e 30 anos	3	27.3%
Mais de 31 anos	1	9.1%

Fonte: Próprio autor.

Grande parte dos operários (54,5%) trabalham em obras de 6 a 15 anos. Outros 27,3% estão de 16 a 30 anos nessa função e 9,1% trabalha há menos de 5 anos.

Gráfico 28 - Escolaridade dos trabalhador.

**Escolaridade**

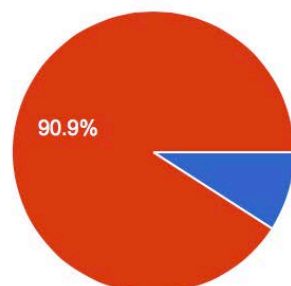
Nunca frequentou a escola	0	0%
Ensino Fundamental completo	5	45.5%
Ensino Fundamental incompleto	4	36.4%
Ensino Médio completo	1	9.1%
Ensino Médio incompleto	1	9.1%

Fonte: Próprio autor.

Todos os entrevistados foram alfabetizados. Apenas 9,1% completou o ensino médio. Grande parte (45,5%) cursou até a oitava série, completando o ensino fundamental, porém 36,4% não completou o ensino fundamental.

**7.2.2 Questões a respeito de formação e preparo para a função desempenhada**

Gráfico 29 - Realização de estudos para trabalhar em obras.

**Fez curso para trabalhar como pedreiro?**

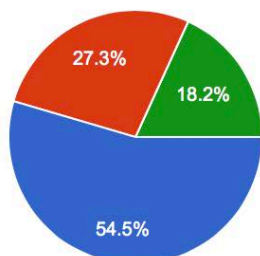
Sim	1	9.1%
Não	10	90.9%

Fonte: Próprio autor.

A grande maioria (90,9%) afirma não ter realizado nenhum tipo de curso para aprender a função desempenhada. Apenas 9,1% realizou curso.

**Gráfico 30 - Preferência em trabalhar com máquinas.**

**Prefere trabalhar com máquinas? (Exemplo: martetele, lixadeira, maquita)**



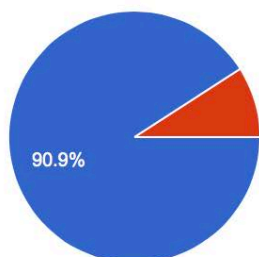
Sim	6	54.5%
Não	3	27.3%
Mais ou menos	0	0%
Não sei o que prefiro	2	18.2%

Fonte: Próprio autor.

A maioria (54,5%) dos entrevistados diz preferir trabalhar com máquinas. Mais de 25% tem preferência por trabalhos que não utilizem máquinas e quase 20% não tem preferência.

**Gráfico 31 - Pré-disposição em aprender novas técnicas.**

**Gostaria de fazer um curso para aprender novas técnicas?**



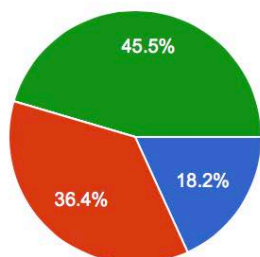
Sim	10	90.9%
Não	1	9.1%
Não sei	0	0%
Mais ou menos	0	0%
Nunca pensei nisso	0	0%

Fonte: Próprio autor.

Grande parte dos entrevistados (90,9%) está disposta a aprender novas técnicas através de um curso, apenas 9,1% diz não ter interesse em fazer cursos.

**Gráfico 32 - Aquisição de habilidades para trabalhar em obras.**

**Como você aprendeu a trabalhar como pedreiro?**



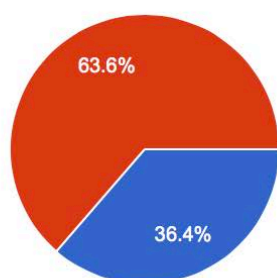
Com o pai	2	18.2%
Com parentes	4	36.4%
Escola de pedreiros	0	0%
Outro	5	45.5%

Fonte: Próprio autor.

Enquanto 18,2% dos operários aprendeu a trabalhar com o pai, 36,4% aprendeu com parentes próximos. Os 45,5% restantes aprendeu através de outras formas, como ao observar o trabalho dos outros em uma obra. Nenhum dos entrevistados frequentou cursos específicos para trabalhadores da construção civil.

**Gráfico 33 - Treinamento para utilização de máquinas.**

**Você foi treinado por alguma empresa para aprender a trabalhar com máquinas:**



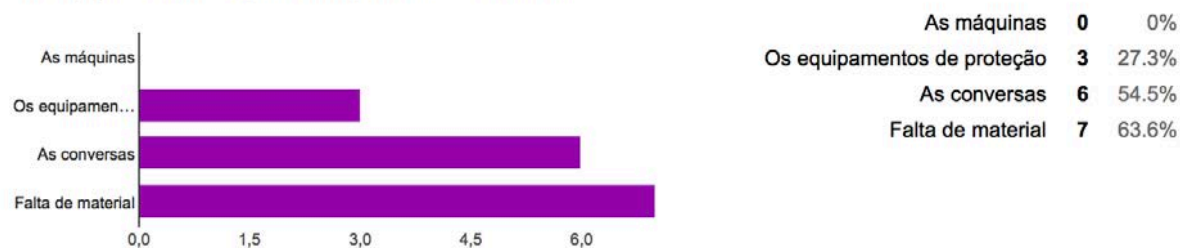
Sim	4	36,4%
Não	7	63,6%

Fonte: Próprio autor.

A maioria das pessoas (63,6%) não foi treinada por uma empresa para aprender a trabalhar usando máquinas para a execução de tarefas. Apenas 36,4% teve algum tipo de treinamento.

**Gráfico 34 - Aspectos que interferem no trabalho.**

**Das opções abaixo quais atrapalham seu trabalho?**

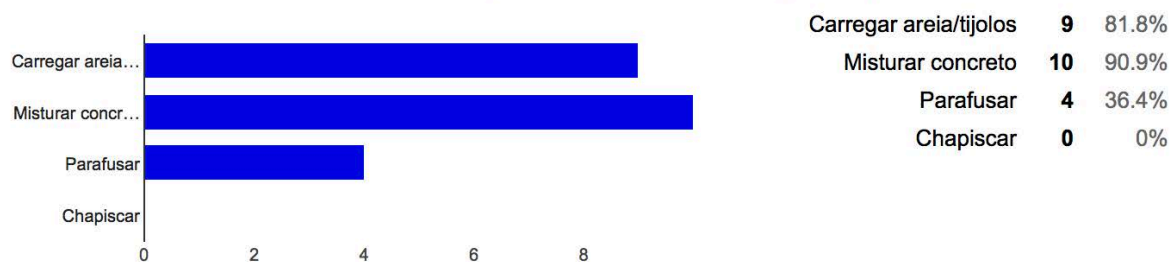


Fonte: Próprio autor.

Para os operários das obras de construção civil, o aspecto que mais interfere no trabalho é a falta de materiais, seguido pelas conversas durante o trabalho e alguns afirmam que os equipamentos de proteção também atrapalham. Nenhum deles disse que o trabalho é prejudicado pelo uso de máquinas.



**Gráfico 35 - Tarefas que deveriam ser realizadas por máquinas.  
Quais dos trabalhos abaixo você acha que deveriam ser feitos por máquinas?**

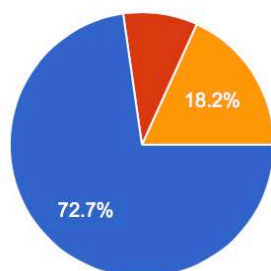


Fonte: Próprio autor.

Ao serem questionados sobre quais trabalhos deveriam ser executados por máquinas, os trabalhadores concordam que misturar concreto, carregar areia e tijolos e parafusar deveriam ser feitos por equipamentos mecanizados. Nenhum deles acredita que o chapisco poderia ser feito por máquinas.

**Gráfico 36 - Comparação entre serviço feito por máquinas e o feito manualmente.**

**O serviço feito pelas máquinas é melhor que o feito manualmente?**



Sim	8	72.7%
Não	1	9.1%
Mais ou menos	2	18.2%

Fonte: Próprio autor.

Finalmente, a respeito da qualidade do serviço executado por máquinas, 72,2% dos entrevistados acredita que ele é melhor que o feito manualmente. Por outro lado, 9,1% discorda e 18,2% não tem certeza.

### 7.3 ANÁLISE DOS DADOS

Grande parte dos engenheiros e arquitetos entrevistados reconhece que técnicas mais modernas e equipamentos mecanizados deveriam ser empregados nas obras (Gráficos 6 e 7), afirmando que as obras na cidade de Lorena não utilizam tecnologia de ponta e também que eles conhecem técnicas mais modernas, porém também acreditam que pedreiros tem dificuldade ou rejeitam aprender novas maneiras de trabalhar (Gráficos 8 e 9). Esta resposta demonstra que os engenheiros e arquitetos desconhecem as dificuldades e facilidades de

aprendizado dos pedreiros. Reflete também que engenheiros e arquitetos em sua grande maioria optam por utilizar técnicas construtivas e equipamentos já conhecidos pelos pedreiros. Assim sendo, pode-se afirmar que o grau de modernização das obras na cidade de Lorena é baixo.

Cruzando os dados dos Gráfico 19 com o Gráfico 20, pode-se afirmar que a construção civil tem potencial para melhorar, entretanto, estes profissionais (engenheiros e arquitetos) pouco fazem para que estas melhorias sejam implantadas. Na cidade de Lorena, as obras de construção civil podem ser classificadas como regular, podendo melhorar muito (gráfico 20). Ainda, as obras de construção civil na cidade de Lorena apresentam um certo grau de modernização podendo ser considerado regular e o mínimo satisfatório (gráfico 24).

Arquitetos e engenheiros responderam que obras com equipamentos e técnicas modernas evoluem mais rapidamente (Gráfico 14), que tem qualidade melhor (Gráfico 15) e utilizam a mão de obra de forma menos desumana (Gráfico 13), o oposto pode ser visto na Figura 21. A maioria deles ainda acredita que o custo/benefício nessas obras é vantajoso (Gráfico 22).

**Figura 21 - Trabalhador usando técnica manual para desfazer parte de uma parede.**



Fonte: Próprio autor.

Na cidade de Lorena, nas obras de construção civil, predominam trabalhadores classificados como adultos e com grande experiência de vida, idade entre 46 e 60 anos. A grande maioria (81,9%) frequentou a escola no mínimo 8 anos.

Para esses profissionais há falta de cursos profissionalizantes, ou seja, a mão de obra de trabalhadores da construção civil é amadora. O aprendizado se dá mediante troca de experiências entre os profissionais mais experientes, entre amigos e parentes (Gráfico 32). Mostrando o grande despreparo que existe para a utilização de máquinas, já que, em geral, são pesadas e apresentam grande risco de acidentes, exigindo ainda roupas e acessórios de proteção para o trabalhador. O trabalho com máquinas exige maior grau de estudo: para operar máquinas é preciso consultar manual de operação, realizar leitura e interpretação de textos. Poucos funcionários entrevistados foram treinados por empresas para realizar determinados trabalhos e por motivos diversos como baixos salários e alta rotatividade no emprego, eles optaram por trabalhar como autônomos.

Dessa forma, ainda hoje, na cidade de Lorena, prevalece a forma de contratação direta, ou seja, o proprietário da obra contrata diretamente os pedreiros, serventes e demais profissionais para a construção de sua própria moradia ou comércio. São poucos os proprietários que recorrem à contratação de empresas construtoras. Em geral, as construtoras atendem as classes de maior poder aquisitivo e principalmente as obras industriais e institucionais.

Isso dificulta a especialização, uma vez que os trabalhadores permanecem nas obras por um curto período de tempo e seu período de vínculo de emprego é de, em média, 18 meses. Quando os pedreiros, serventes, armadores etc, são funcionários de uma construtora, torna-se mais fácil e vantajoso para o dono da empresa promover cursos de especialização da mão de obra. Então, mesmo com a predisposição por parte dos trabalhadores para se especializar (gráfico 30), fica muito difícil conseguir realizar esse tipo de curso.

Mesmo com os argumentos positivos a respeito da utilização de equipamentos mais modernos, as obras permanecem estacionadas em relação a adoção de novas tecnologias. Para melhor entender o cenário das obras de engenharia, o próximo capítulo irá explorar as causas pelas quais a modernidade tarda a chegar nas obras brasileiras.

## 8 ENTRAVES NA ADOÇÃO DAS TÉCNICAS E FERRAMENTAS MODERNAS

### 8.1 CENÁRIO BRASILEIRO

Muitas podem ser as causas pelas quais as obras não atingem um grau de modernização elevado. A seguir serão abordados os principais motivos e o que pode ser alcançado se melhorias forem aplicadas.

Alguns fatores que geram essa falta de desenvolvimento, apontados por Mello (2007) são baixa eficiência produtiva, qualidade insatisfatória, resistência a modificações, utilização de mão de obra com baixa qualificação e alta rotatividade de pessoal.

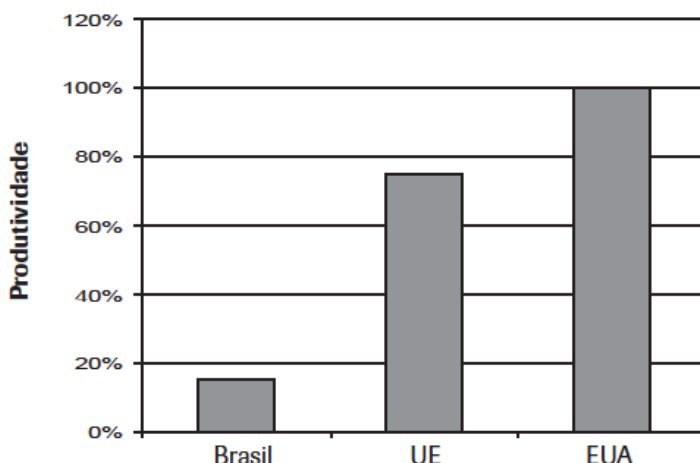
Ao se pensar em obstáculos que podem impedir a modernização das obras de engenharia civil, o foco é na mão de obra. Percebe-se, após a pesquisa de campo, que a principal característica dos operários da construção civil é a baixa escolaridade (Gráfico 28) e falta de preparo para exercer a função (Gráfico 29), já que para começar a trabalhar como servente não é necessário saber ler ou escrever, basta observar o trabalho que os outros colegas estão realizando e repetir (Gráfico 32). Mesmo vivendo essa realidade, os entrevistados dizem estar dispostos a participar de cursos e treinamentos para expandir seus conhecimentos (Gráfico 31).

Um meio encontrado pelas empresas para melhorar o desempenho das obras e, de certa forma, alcançar a modernização é a aplicação da gestão da produção na construção civil. O que resulta em um aumento da exigência para garantir maior produtividade e qualidade do produto. Segundo Cordeiro e Machado (2002), geralmente, no período inicial da implantação observa-se uma resistência dos operários, o que pode ser amenizado com programas de capacitação que atendam a necessidade de qualificação dos operários, mas que ao mesmo tempo levem em consideração sua motivação e satisfação. Dessa forma, é necessário conhecer os aspectos relevantes para que os trabalhadores engajem-se com a mudança.

### 8.2 COMPARAÇÃO ENTRE A SITUAÇÃO BRASILEIRA E DE OUTROS PAÍSES

Quando a construção civil brasileira é comparada a de países desenvolvidos, percebe-se que ainda há dificuldades na adoção de novos modelos de organização e inovações tecnológicas e, por esse motivo, o quadro de desempenho das empresas brasileiras é inferior ao esperado (Gráfico 37).

**Gráfico 37 – Comparação da produtividade brasileira, europeia e americana.**



**Comparação entre a produtividade brasileira, americana e europeia na Construção Civil.**

Fonte: (MELLO; AMORIM, 2009).

Por outro lado, a construção civil nos países desenvolvidos também enfrenta algumas dificuldades. Por exemplo, a União Europeia sofre com o envelhecimento da população, um obstáculo no recrutamento, e com o cumprimento de novas exigências tanto de sustentabilidade como de saúde e segurança. Mesmo com algumas complicações, os europeus aplicam inovações importantes para continuarem competitivos e atenderem aos seus clientes, que solicitam por maior produtividade e qualidade. Uma técnica utilizada por eles é a aplicação de tecnologia da informação no controle de suprimento de materiais e de equipamentos e na comunicação com clientes e associados. Outra técnica que gera resultados positivos na Europa é a aplicação do *lean construction* que atua na minimização de erros, redução de custos e prazos e melhoria da qualidade.

No entanto, os Estados Unidos enfrentam dificuldades semelhantes as dos brasileiros, um deles é a falta de pessoal qualificado. Para enfrentar esse problema, as obras americanas se tornam cada vez mais modernas. Uma das alternativas usada no país é a mecanização como forma de incrementar a produtividade e suprir a deficiência de mão de obra, a utilização de conjuntos pré-fabricados também gera bons resultados, porém segundo Mello e Amorim (2009), empresas com tecnologias modernas também requerem pessoal qualificado.

## 9 CONCLUSÃO

Após a pesquisa sobre a evolução dos processos de industrialização e desenvolvimento da construção civil, juntamente com o estudo de caso elaborado, foi possível verificar que as obras da cidade de Lorena tem característica arcaica, tradicional e conservadora.

Ainda são utilizados equipamentos ultrapassados, a modernização e mecanização tarda a chegar às obras de construção da cidade. Como resultado, as obras são lentas. Somado a isso, tem-se ainda a mão de obra despreparada, inclusive dos engenheiros e arquitetos envolvidos.

Muitas são as razões para esse cenário e a mão de obra aparece como principal obstáculo à modernização. Os trabalhadores da construção civil, ainda hoje, possuem baixa qualificação, resistem a mudanças e apresentam grande rotatividade. Esses fatores combinados com a forma tradicional de construir geram baixa eficiência na produtividade e qualidade abaixo do satisfatório.

Ao analisar o resultado da pesquisa de campo, conclui-se que o perfil dos operários da construção dificulta a inserção de novas tecnologias nos canteiros de obras. A baixa escolaridade, a falta de qualificação para o trabalho e insuficiência de treinamentos impossibilitam a modernização das obras.

Ao mesmo tempo, os engenheiros e arquitetos entrevistados concordam que técnicas modernas e equipamentos mecanizados deveriam ser utilizados, pois obras com essas características apresentam qualidade superior, mão de obra com melhores condições de trabalho e desenvolvimento mais acelerado. Além disso, o custo benefício de equipamentos mecanizados é vantajoso.

Para melhor aproveitamento dos equipamentos e técnicas disponíveis, uma saída encontrada é a capacitação dos trabalhadores, para preencher a carência de conhecimentos necessários. No entanto, é preciso considerar os fatores significativos para os operários: ao elaborar programas de capacitação levando em conta aspectos como qualidade de vida no trabalho, o comprometimento e engajamento dos trabalhadores aumenta, o que é essencial para obter êxito nas mudanças.

Diante do estudo sobre a modernização e mecanização das obras de construção civil, é indispensável que novas tecnologias sejam aplicadas aos canteiros de obra a fim de melhorar as condições de trabalho nas obras de construção civil, tornando o trabalho mais humano, menos desgastante e mais valorizado social e economicamente. Outra vantagem em adotar

novas tecnologias é aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto final. Para que isso possa acontecer, é necessário capacitação da mão de obra, criando valor para que os trabalhadores estejam motivados a aprender e colocar em prática os novos conhecimentos.

As obras da cidade de Lorena apresentam baixo grau de modernização e mecanização. As causas principais colocam os trabalhadores despreparados no centro do atraso em comparação aos países desenvolvidos. Novas formas de gestão adicionadas à especialização dos operários devem ser colocadas em prática para tornar possível a inserção de equipamentos sofisticados e técnicas modernas nas obras de construção civil. Com a aplicação das novas práticas, é possível melhorar o desempenho, a qualidade do produto e ainda ter trabalhadores mais envolvidos nas mudanças.

## REFERÊNCIAS

ADDIS, B. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e arquitetura.** ed 1. Porto Alegre: Bookman, 2009. 640p.

CORDEIRO, C. C. C.; MACHADO, M. I. G. **O Perfil do Operário da Indústria da Construção civil: requisitos para uma qualificação profissional.** Ed. 26. São Paulo: ADAP. 2002.

MELLO, L. C. B. B. **Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade.** 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Civil, Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2007.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos.** Prod., São Paulo, v. 19, n. 2, 2009.

POUNDS, N. J. G. **The Medieval Castle in England and Wales: A Political and Social History.** Cambridge: University Press, 1994. 376p.

ROBERTSON, D. S. **Greek and Roman Architecture.** Cambridge: University Press, 1929. 407p.

ZUCHORA-WALSKE, C. **Key Discoveries in Engineering and Design.** Minneapolis: Lerner Publications, 2015. 48p.



**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

AGOPYAN, V.; JOHN, W. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. ed 1. São Paulo: Blucher, 2011. 141p.

ARAÚJO, E. R. S. **Perfil sócio-educacional dos trabalhadores da construção civil em Campo Mourão**. 2012. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

BUCHANAN, R.A. **The Engineers: A History of the Engineering Profession in Britain, 1750-1914**, London: Jessica Kingsley, 1989.

CHINI, A.R.& VALDEZ,H.E. ISO 9000 and the US construction industry. **Journal of Management in Engineering**, v.19,n.2,p.69-77, apr.2003.

COSTA, D.R. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas de construção civil**. 2003. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DU PLESSIS, C. (ed), **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document..** Pretória/África do Sul: Capture Press, 2002. 83p.

FLEURY, M. T. L. (Org). **As pessoas na organização**. São Paulo: Gente, 2002. 216p.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989. 334p.

SALGADO, J. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. ed 2. São Paulo: Érica, 2009. 319p.

SOUZA, Ubiraci. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. ed 1. São Paulo: Pini, 2006. 100p.

VIEIRA, C. A.; ALVES, E. L. G. **Qualificação profissional: uma proposta de política pública**. Revista Planejamento e Políticas Públicas, n. 12, p. 117-144, 1995.

## ANEXOS

## Anexo A: Perguntas Questionário Pedreiros e Serventes

## Questionário Pedreiros

\*Obrigatório

## 1. Qual sua profissão? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Pedreiro
- Servente
- Mestre de obras
- Armador
- Serralheiro
- Outro: .....

## 2. Qual a sua idade? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Entre 16 e 20 anos
- Entre 21 e 35 anos
- Entre 36 e 45 anos
- Entre 46 e 60 anos
- Acima de 60 anos

## 3. Há quanto tempo trabalha nessa função? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Menos de 5 anos
- Entre 6 e 15 anos
- Entre 16 e 30 anos
- Mais de 31 anos

## 4. Escolaridade \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Nunca frequentou a escola
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Médio completo
- Ensino Médio incompleto

5. **Fez curso para trabalhar como pedreiro? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

6. **Prefere trabalhar com máquinas? (Exemplo: marteleto, lixadeira, maquina) \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Mais ou menos  
 Não sei o que prefiro

7. **Gostaria de fazer um curso para aprender novas técnicas? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Não sei  
 Mais ou menos  
 Nunca pensei nisso

8. **Quanto tempo aproximadamente por dia você usa os seguintes equipamentos? \***

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Até 1 hora	2 horas	4 horas	Mais que 5 horas	Não usa
Colher de pedreiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marreta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mangueira de nível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desempenadeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Régua de alumínio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esquadro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prumo de parede	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Linha de pedreiro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carrinho de mão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. **Como você aprendeu a trabalhar como pedreiro? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Com o pai  
 Com parentes  
 Escola de pedreiros  
 Outro

10. **Das opções abaixo quais atrapalham seu trabalho? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- As máquinas
- Os equipamentos de proteção
- As conversas
- Falta de material

11. **Quais dos trabalhos abaixo você acha que deveriam ser feitos por máquinas? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Carregar areia/tijolos
- Misturar concreto
- Parafusar
- Chapiscar

12. **O serviço feito pelas máquinas é melhor que o feito manualmente? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Mais ou menos

13. **Todo dia, ao terminar o trabalho você limpa, lava e organiza os equipamentos mecânicos? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Às vezes

14. **Você foi treinado por alguma empresa para aprender a trabalhar com máquinas? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

## Anexo B: Perguntas Questionário Engenheiros e Arquitetos

### Questionário Engenheiros e Arquitetos

Esse questionário é parte de uma pesquisa realizada pela Unesp – Guaratinguetá. Seu objetivo é avaliar a modernização de técnicas e equipamentos usados nas obras de construção civil.

O tempo máximo gasto para responder o questionário é de 5 minutos.

**\*Obrigatório**

**1. Qual a sua profissão? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Engenheiro
- Arquiteto
- Outro: \_\_\_\_\_

**2. Qual seu gênero? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Masculino
- Feminino

**3. Qual sua idade? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Até 25 anos
- de 26 a 35 anos
- de 36 a 45 anos
- de 46 a 60 anos
- Mais de 60 anos

**4. Há quanto tempo você trabalha no canteiro de obras? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Até 5 anos
- Entre 5 e 15 anos
- Entre 16 e 30 anos
- Mais de 31 anos



9. **Qual nota você daria para o grau de modernização das obras em que você já trabalhou? \***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Péssimo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

10. **Em uma obra com técnicas e equipamentos modernos: \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Discordo	Neutro
Os custos são mais baixos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O trabalho é menos desumano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É concluída rapidamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tem qualidade melhor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. **Como você encara o custo/benefício dos equipamentos mecanizados na construção civil? \***

Marcar apenas uma oval.

É vantajoso  
 É pouco vantajoso  
 Não é vantajoso  
 Outro: \_\_\_\_\_

12. **O que você acha da construção civil brasileira quanto aos equipamentos e técnicas? \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	Concordo	Discordo	Neutro
É atrasada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É ineficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tem mão de obra qualificada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tem qualidade final	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tem potencial para melhorar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>