

ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE DOBRAR E CORTAR ESTRIBOS EM UMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS DA CIDADE DE MOSSORÓ-RN.

Adriene Araújo de Brito¹, Prof. Dr. André Pedro Fernandes Neto²

Resumo: Diante da ascensão do capitalismo, o mundo comercial tem recorrido a um ramo que também cresce fortemente em decorrência das demandas de consumo impostas por esse regime. Esse ramo é o da automação, o qual visa agilizar os processos produtivos de forma a proporcionar competitividade junto à redução de desperdício, tendo em vista o aumento do lucro. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo abordar sobre os resultados da implantação de uma máquina de dobrar e cortar estribos, também chamada estribadeira, com foco na sua viabilidade técnico-comercial para o setor da construção civil. Estribos são armações em aço empregadas na fabricação de pré-moldados. Este trabalho classifica-se como estudo de caso, cuja metodologia teve uma abordagem qualitativa-quantitativa conduzida pela realização de visita *in loco*, registros fotográficos, e entrevista aplicada ao operador da máquina e ao responsável técnico da empresa. De acordo com o estudo, observou-se que o processo de automação nesta empresa foi satisfatório, principalmente quando comparado ao período anterior à inserção da máquina, quando a produção era manual, demandando maior tempo na execução do serviço, gerando maior desperdício de matéria-prima e resultando na imprecisão na dobra e corte do vergalhão de aço. Assim, os resultados apontam que após o emprego da máquina foi possível melhorar não somente o processo produtivo, mas também aspectos referentes ao capital humano no que envolve a qualidade de vida e bem-estar do indivíduo no desempenho da atividade laboral. O processo se deu sem demissões, pois houve o remanejamento de funcionários ociosos para outros setores.

Palavras-chave: automação; estribadeira; construção civil.

1. INTRODUÇÃO

O capitalismo acentuado dos dias atuais faz com que muitas empresas visem lucro máximo, afinal esta é uma das premissas desse sistema. Elas buscam a otimização e desoneração do processo produtivo, tendo em vista maximizar o lucro e manterem-se vivas no competitivo mercado. Nesse cenário, a engenharia de automação surge viabilizando este processo.

A engenharia de automação é hoje um dos pilares da eficácia nos processos produtivos das indústrias. Ela impulsiona a indústria à padronização e ao monitoramento. É ainda responsável pelo estudo das técnicas que visam aperfeiçoar um processo de negócio, aumentando a produtividade, promovendo a valorização da força de trabalho humano e assegurando uma operação ambientalmente segura. Isto justifica o fato da automação ser um dos principais norteadores da economia capitalista, além de permitir métodos mais seguros, favorecendo a integridade do trabalhador no que se refere à ergonomia e a redução da periculosidade das atividades.

Nesse sentido, o presente artigo é norteado no estudo dos resultados e impactos gerados com a implantação numa empresa em Mossoró-RN de uma máquina direcionada para a indústria no setor da construção civil, a qual atua na produção de estribos. A empresa em estudo fabrica galpões pré-moldados e postes, dentre outros artigos pré-moldados direcionados à construção civil.

Para Silveira e Lima (2003), diversos fatores de adequação do processo industrial devem ser ponderados antes de automatizar uma indústria, quais sejam: se o produto manufaturado é novo ou já existente, as condições ambientais que irão afetar seu sistema (temperatura, ruídos, vibrações, etc.), quantos dispositivos analógicos e discretos a aplicação terá, etc. Esses são conceitos que foram construídos ao longo da história evolutiva da automação industrial.

Essa máquina visa agilizar o atendimento às demandas comerciais, em que o aumento da eficiência e da qualidade do produto final é essencial à sobrevivência da indústria perante a acirrada concorrência do mercado nos dias atuais. Sua característica essencial é o aumento da produção e o ganho em eficiência e qualidade do produto e serviço ofertado. Dessa forma, o presente estudo tem o seguinte questionamento: como é possível avaliar os

¹Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: adriene.brito@hotmail.com

²Professor Orientador, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: andrepedro@ufersa.edu.br

resultados, o impacto no capital humano e a relação custo *versus* benefício gerados com a inserção de uma máquina de dobrar e cortar estribos no processo produtivo de uma fábrica de pré-moldados na cidade de Mossoró-RN?

O presente artigo estrutura-se a partir de seis seções, quais sejam: introdução, a qual faz uma abordagem inicial acerca do problema proposto; referencial teórico, abordando o embasamento teórico que abrange o tema; metodologia, a qual explicita a caracterização da pesquisa e as etapas empregadas no estudo; estudo de caso, apresentando a caracterização da empresa objeto do estudo e explicitando os resultados obtidos; e por fim, a conclusão, na qual tecemos comentários acerca dos resultados obtidos no estudo proposto, junto a sugestões de melhorias ao sistema produtivo adotado; em seguida, as referências consultadas acerca do tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Histórico da Automação

Desde a pré-história o homem busca meios de automatizar suas tarefas, seja através do emprego dos moinhos de vento para moer trigo, rodas d'água, dentre outros artifícios empregados para agilizar as tarefas, corroborando com o advento da primeira revolução industrial. A partir daí, então, a automação vem se desenvolvendo, somando aos conhecimentos antigos e expandindo com as últimas conquistas da ciência, de forma que está intimamente ligada ao desenvolvimento da humanidade (ASSUNÇÃO; SILVA, 2016).

A partir do século XVIII, com a revolução industrial deu-se início a produção através do processo de linha de montagem, desde então cresceu a necessidade de aumentar a produtividade das indústrias, dando início ao desenvolvimento das máquinas para executar as tarefas com maior precisão, rapidez e qualidade (MEIRA, 2008).

Com esse desenvolvimento surgiu também as indústrias especializadas, que começaram a usar a força do vapor para movimentar as linhas de produção, onde cada indivíduo possuía funções específicas, o que permitiu também o desenvolvimento de máquinas para auxiliar o operário (ASSUNÇÃO; SILVA, 2016). Ainda conforme os autores, com a descoberta da eletricidade e do magnetismo tornou-se mais amplo o leque de possibilidades para a criação de sistemas autônomos, resultando no surgimento de máquinas de modelos eletromecânicos, componente fundamental para automação das primeiras indústrias em meados do século XX. Estes aparelhos foram posteriormente substituídos pelos controladores lógicos programáveis (CLP). Porém com o aumento da competitividade, veio a necessidade de reduzir os custos de produção, de maneira que percebeu-se que quanto mais mecanizado fosse o processo maior era a sua produtividade e menor eram os custos produtivos, desde então as máquinas tendem a auxiliar e até mesmo substituir o componente humano na indústria.

Automação é um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticas a realização de tarefas, substituindo o gasto de bioenergia humana, com esforço muscular e mental, por elementos eletromecânicos computáveis. Percebe-se, portanto, que este amplo conceito se estende a diversos cenários, como, por exemplo, a máquina de lavar roupa para a lavadeira, a xerox para o escrivão, ou o robô para o operário industrial. Os benefícios para qualquer processo automação são nítidos: eficiência, segurança, menor custo, maior produção, etc. (SILVEIRA e LIMA, 2003, p.2).

Corroborando Silveira e Lima (2003), temos Araújo Júnior; Chagas; Fernandes (2001), para os quais a automação industrial consiste em manipular vários processos na indústria por meios mecânicos e automáticos, substituindo o trabalho humano por diversos equipamentos.

Dessa maneira pode-se entender que a história da automação ainda está sendo acrescentada, ou seja, continua em ascensão, visto que principalmente as necessidades do mercado propulsam o surgimento inovações tecnológicas (SILVEIRA; LIMA, 2003). A automação está presente no dia-a-dia da sociedade de modo que esta atua em todos os sistemas de trabalho, sendo mais perceptível no setor industrial. Através dela os processos produtivos se tornam mais eficazes, devido a sua agilidade, padronização dos processos de produção, minimização dos erros de fabricação, além de que poupam diversas vezes os operários de executarem trabalhos fatigantes e repetitivos (ASSUNÇÃO; SILVA, 2016).

Segundo Araújo Júnior; Chagas; Fernandes (2001), nestes últimos anos, nota-se uma grande mudança nos esquemas de produção. Tem-se como justificativa a grande competição que há entre as empresas e o grande desenvolvimento das tecnologias que envolvem microprocessadores, robôs, inteligência artificial, redes de comunicação, entre outras.

O processo de automatização das indústrias tem aumentado gradativamente, propiciando ganho da quantidade e qualidade da produção e, simultaneamente, oferecendo preços melhores para os consumidores. Seu avanço está ligado, em grande parte, ao avanço recente da microeletrônica, o qual invadiu os setores produtivos das indústrias. O processo de automação não atinge apenas a produção em si, substituindo o trabalho braçal por robôs e máquinas computadorizadas, mas também propicia enormes ganhos de produtividade ao integrar tarefas distintas com a

elaboração de projetos, o gerenciamento administrativo e a produção (ARAÚJO JÚNIOR; CHAGAS; FERNANDES, 2001).

2.2. Automação na construção civil

Todas as diversas estratégias de produção visam um objetivo, qual seja: aumentar a competitividade. Significa aumentar a competição em termos de custo, disponibilidade, inovação, qualidade. Dentre os meios para atingir esse objetivo, está a automação industrial (ARAÚJO JÚNIOR; CHAGAS; FERNANDES, 2001).

Na construção civil todos os recursos transformadores e transformados são deslocados ao local da obra. As atividades de escavação, de fundações, alvenaria de vedação, confecção de elementos estruturais, dentre outras, são consideradas atividades artesanais. Denotando assim, a necessidade de estudos para aumentar a conformidade e consequentemente, a qualidade das tarefas. A produção desses elementos estruturais é considerada uma das atividades que mais agregam valor na construção de uma edificação e, portanto, merecem atenção especial no seu processo produtivo. Para isso é importante a adoção de uma postura inovadora na busca de ferramentas, equipamentos e melhoria contínua dos processos produtivos (PINTO et al., 2013).

A automação é vista como um importante processo para a melhoria da construção civil, especialmente em aspectos como gastos, tempo, padronização do serviço, melhoria nas condições de trabalho e segurança, possibilitando também a execução de tarefas que não podem ser realizadas pelo ser humano devido à suas limitações, principalmente de força bruta (GASSEL, 1996; GASSEL; MAAS, 2008).

Desta forma, é possível perceber as enormes contribuições da automação no ramo da construção civil. Pois, além da conformidade, a automação minimiza o tempo de produção, e desta forma, acaba minimizando o custo de produção, que tem como consequência a diminuição do preço de venda, deixando assim as obras menos onerosas.

A emersão da automação e de novas tecnologias na construção veio tornar mais simples e eficaz o planejamento e a própria execução da obra. Deixaram de existir problemas em relação as diferentes mãos de obra, passando a haver algo mais específico e concreto que realiza o mesmo trabalho de forma mais rápida e eficaz do que a mão de obra tradicional. Ademais, com a introdução da automação, as taxas de acidentes na construção diminuem significativamente (MAGALHÃES et al., 201-?).

Para Araújo Júnior; Chagas; Fernandes (2001), um sistema automatizado pode contribuir no aumento da competitividade de um empresa através de:

- Redução de custos de pessoal, obtida automatizando as máquinas e o controle da empresa. Por outro lado, exige-se alto custo para realização dessa automação e maior qualificação humana;
- Aumento da qualidade dos produtos, já que as máquinas são mais precisas que o homem. Ter-se-á melhores características de repetitividade e garantia de qualidade constante;
- Redução de custos de estoques. Como a produtividade é aumentada, não há necessidade de grandes estoques;
- Redução do número de produtos perdidos;
- Menor tempo gasto no projeto e fabricação de novos produtos. Máquinas programáveis aptas a desempenhar diferentes operações;
- Modificações no produto são facilmente implementadas;
- Respostas rápidas às solicitações do mercado.

Enfim, a automação permite um melhor planejamento e/ou concretização do projeto, um menor custo tanto para o construtor como para o comprador, bem como uma maior sustentabilidade, que permite uma melhor utilização de todos os recursos disponíveis para que a obra se realize mais rápida e eficientemente (MAGALHÃES et al., 201-?).

2.3. A máquina de dobrar e cortar estribos (estribadeira)

Segundo Ferreira (2001) a automação da construção é um sistema moderno que, através de ações corporativas e da realização de novas tecnologias, estratégias de trabalho e experiências no planejamento e controle, determina a melhoria na produtividade e aprimora a execução da atividade construtiva. O crescimento da produção de pré-moldados na construção civil teve aumento considerável no mercado financeiro devido a troca do trabalho que antes era realizado por um armador de ferros e agora é realizado por uma máquina que dobra os estribos automaticamente com grande precisão. Essa máquina é conhecida como estribadeira.

Ainda com base em Ferreira (2011) as características principais das estribadeiras são: trabalha com rolos de até 2 toneladas, podendo variar entre as bitolas 4,2 mm até 12,5 mm, produz os mais diferentes tipos de peças de pequeno porte como: estribos ganchos e contendo ângulos ou barras retas em L de até 12 m com velocidade controlada. O Sistema de programação das peças é através de um comando numérico computadorizado, tendo seu sistema de arraste dobra elétrico e corte pneumático.

Conforme a empresa Confer (2016), a estribadeira produz propriamente dentro das especificações do projeto, sendo possível entregar o pedido conforme o cronograma da construção, e, em relação ao sistema tradicional, é mais ecológico e econômico. As vantagens mencionadas pela Confer estão relacionadas aos baixos investimentos e a alta produção, muito mais segurança na obra, a montagem e operação é simples, menos desperdício de matéria-prima e o corte e dobra do aço são precisamente padronizados, além de ser possível fazer entregas planejáveis.

Automação não necessariamente se refere a robôs, mas também a sistemas inteligentes de supervisão de produção, controle de qualidade e muitos outros. O funcionário de uma fábrica automatizada trabalha com ergonomia perfeita, pois foi projetada para evitar grandes esforços físicos (ARAÚJO JÚNIOR; CHAGAS; FERNANDES, 2001).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da pesquisa

A natureza do estudo a seguir classifica-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos, para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005) como o aumento da produtividade e qualidade do produto com a inserção da máquina estribadeira ao processo produtivo da empresa analisada.

Com relação a abordagem do problema, trabalhou-se a pesquisa qualitativa-quantitativa. A abordagem quantitativa se deu na análise comparativa dos quantitativos da produção fornecidos pela equipe técnica entrevistada, dados estes computados antes e depois da utilização da estribadeira. Alguns aspectos estudados que não puderam ser quantificados, devido ao seu caráter qualitativo, contemplam a forma qualitativa da abordagem.

No que se refere aos objetivos, tem-se que na revisão da literatura sobre o histórico da automação e sua introdução na construção civil, o estudo caracteriza-se como descritivo, com o emprego de técnicas de pesquisa os métodos bibliográficos, visto que as informações foram retiradas de fontes de pesquisa como notícias, artigos, normas, dentre outras. No entanto, com a condução a partir de entrevista com a equipe técnica envolvida no processo explanando sobre os benefícios e vantagens da tecnologia adotada pela empresa, apresenta-se as características da pesquisa exploratória, proporcionando familiaridade com o assunto tratado (GIL, 2002).

No que tange aos procedimentos técnicos, é considerado um estudo de caso, uma vez que a partir da revisão da literatura permitindo a familiaridade com o tema e a vivência *in loco* proporcionada com a visita técnica à fábrica pudemos conhecer detalhadamente o objeto de estudo proposto no problema. Nesse estudo foi aplicada uma entrevista com o técnico responsável pela empresa e com o operador do setor produtivo em que atua a máquina de cortar e dobrar estribos na cidade de Mossoró-RN, bem como foram feitos registros fotográficos e vídeo do processo produtivo.

3.2. Etapas da pesquisa

O estudo trata de uma pesquisa iniciada no semestre 2016.2, a qual foi retomada no semestre corrente, 2017.2. O desenvolvimento desse estudo se deu em três etapas. Inicialmente, na primeira etapa fez-se um levantamento teórico acerca do tema escolhido, no qual foi registrado os principais aspectos a serem abordados nas etapas seguintes. Na segunda etapa foi feita a visita técnica à empresa objeto do estudo, na qual fomos recebidos pelo engenheiro civil responsável técnico da fábrica e pelo operador da máquina estribadeira. Estes teceram as considerações técnicas acerca da aplicação e manutenção do equipamento. Na ocasião a máquina foi apresentada operando na confecção de alguns dos modelos de estribos previamente programados em sua memória pelo operador. Nessa ocasião foram coletados dados primários com informações técnicas do equipamento, da produção e a respeito da atuação da empresa no mercado consumidor, sendo feitos registros manuscritos, fotográficos e em vídeo no decorrer da entrevista. Na terceira etapa, os dados coletados *in loco*, bem como o levantamento teórico feito nas etapas anteriores foram selecionados e abordados conforme a necessidade do estudo.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Caracterização da empresa

A empresa atua no mercado da construção civil há mais de 30 anos na fabricação e venda de pré-moldados como: blocos de concreto, pavimentos, galpões, postes, treliças, dentre outros, com o objetivo de atender as diversas necessidades de clientes no ramo da construção civil, oferecendo produtos de qualidade, cuja relação custo *versus* benefício seja vantajosa ao consumidor, bem como à empresa. Esta possui certificados como ISO9001-2000, que atestam o cumprimento de todas as normas técnicas exigidas para este segmento. A empresa também valoriza o bom relacionamento entre clientes, fornecedores, parceiros e colaboradores, buscando a melhoria contínua, a seriedade e o comprometimento em todas as relações, tendo como princípios norteadores a seguinte missão, visão e valores:

- **Missão:** Fabricar soluções construtivas em concreto, buscando constantemente novas tecnologias e produtos, preservando sempre o meio ambiente, capacitando e valorizando nossos colaboradores, visando à satisfação de nossos clientes.

- **Visão:** Ser referência no meio oeste potiguar como a maior indústria de pré-moldados.

- **Valores:** Ética, qualidade, respeito à pessoa humana, inovação, parceria, responsabilidade social e ambiental, honestidade, confiança mútua (clientes internos e fornecedores), compromisso, busca pela eficiência.

4.2. A máquina de cortar estribos

A máquina de cortar estribos inserida no processo produtivo da empresa em estudo (Figura 1) funciona através de servo motor totalmente micro processado através de CNC (comando numérico computadorizado) que funciona da seguinte forma: primeiro é colocado um rolo com a ferragem, este será desenrolado com o funcionamento da máquina à medida que o estribo vai sendo confeccionado no processo produtivo. O equipamento possui dois conjuntos de alinhadores vertical e horizontal.



Figura 1. Máquina de dobrar e cortar estribos. Fonte: Autoria própria

O operador cadastra os dados do estribo a ser produzido no painel do software de comando numérico da máquina de dobrar e cortar estribos (Figura 2), isto é, tamanho, ângulo de curvatura e espessura da ferragem empregada. Escolhido o modelo ou cadastrado um novo modelo, define-se a velocidade de processamento e quantidade que se quer produzir. Inseridos os dados no painel controlador, o operador liga a máquina dando início ao processo produtivo, no qual a máquina começa a curvar a ferragem através de pinos acionados eletricamente. Após a ferragem completamente dobrada, o cortador é acionado pneumaticamente e está concluído o produto. Após o corte as peças estas são lançadas ao chão. O processo produtivo é bastante ágil e tem uma margem de erro mínima no produto final, minimizando também o desperdício.



Figura 2. Painel do software de comando numérico da máquina de dobrar e cortar estribos. Fonte: Autoria própria

Finalizada a operação, o próprio funcionário responsável pela programação dos diversos formatos de peças na memória da máquina as recolhe e as direciona à etapa seguinte de montagem das peças pré-moldadas, conforme ilustrado no fluxograma do processo de operação da máquina (Figura 3).

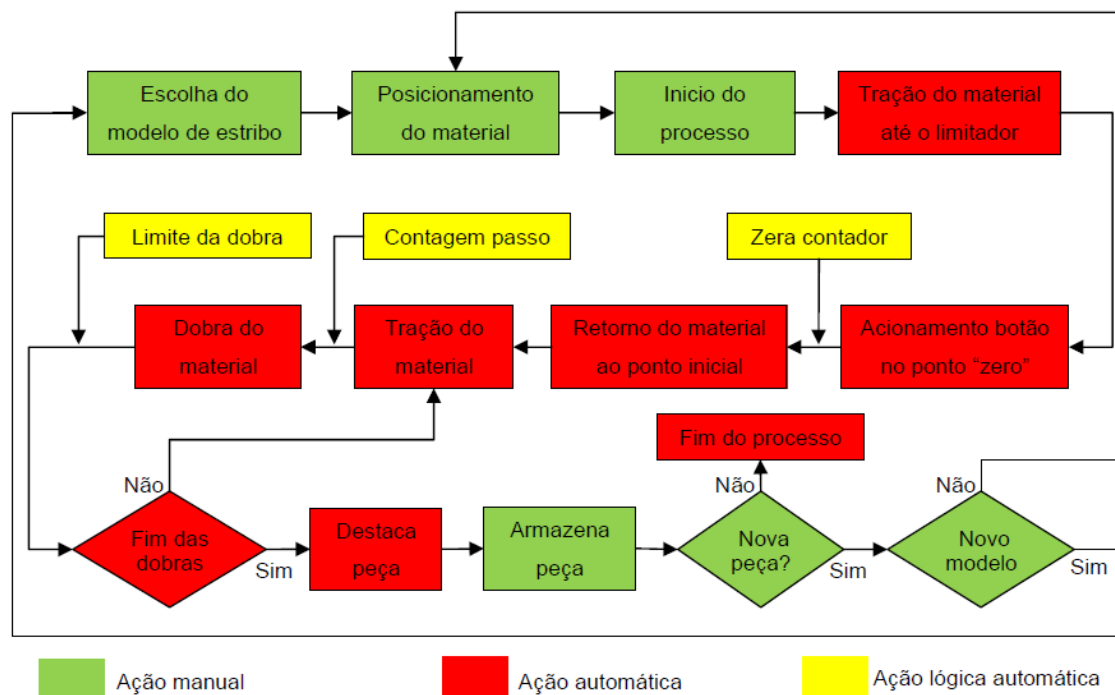


Figura 3. Fluxograma do funcionamento da máquina de dobrar e cortar estribos. Fonte: LAZARI (2009)

De acordo com o operador entrevistado, no momento da demonstração, a máquina não funcionava em sua velocidade de produção máxima, operando com apenas 30% de sua capacidade. Esta potência supre as necessidades de demanda da fábrica e evita maiores erros na produção, visto que quanto mais rápida a velocidade programada maior a probabilidade de erro na execução da peça.

A máquina é programável, sendo possível salvar vários modelos de estribos. Modelos novos que vão surgindo conforme a necessidade do cliente são lançados no momento da execução e posteriormente excluídos da memória da máquina, sendo salvos apenas os que compõem os produtos rotineiros da fábrica, com o intuito de não sobrecarregar o sistema com o armazenamento da programação de peças que não serão mais fabricadas. A operação do sistema é simples, facilitando para o operador lançar o modelo novo no ato da execução.

O processo de automação realizado através da máquina de dobrar e cortar estribos apresenta-se bastante eficiente e vantajoso, pois antes do emprego desta, quando a confecção de estribos era manual (Figura 4), fabricava-se em média de 2.000 estribos por funcionário durante o dia, atualmente, após a implantação da máquina de cortar e dobrar estribos operando com sua capacidade em 30%, a produção média é de 800 estribos por hora, considerando a jornada de trabalho de 8 horas por dia, a produção diária de peças triplica, conforme dados apresentados na Tabela 1.



Figura 4. Mesa com gabarito para confecção manual de estribos. Fonte: Autoria própria

Tabela 1. Comparativo da produção diária de estribos antes e depois da inserção da máquina.

Produção diária de estribos (unidade)	
Processo Manual	2.000
Processo Automatizado	6.400

Fonte. Dados da pesquisa.

O processo de fabricação automatizado torna o produto padronizado, reduz o desperdício de material e minimiza as margens de erro, bem como maximiza a produção.

Outro aspecto observado é a redução do número de operários envolvidos na fabricação do produto após a implantação da máquina de dobrar e cortar estribos. Antes da aquisição o setor era composto por quatro funcionários e atualmente apenas um trabalha neste mesmo setor, enquanto que os outros três foram remanejados para outras áreas de trabalho.

5. CONCLUSÕES

Este artigo compreendeu o estudo dos resultados e impactos da inserção de uma máquina de dobrar e cortar estribos, também chamada de estribadeira, no processo produtivo de uma fábrica de pré-moldados localizada na cidade de Mossoró-RN.

Observou-se neste estudo que o sistema de automação adotado pela fábrica é altamente eficiente e eficaz no que se propõe, adequando-se perfeitamente ao sistema produtivo do empreendimento e proporcionando os resultados almejados, de maneira que a máquina atende efetivamente a demanda atual da empresa, bem como tem capacidade para o aumento da produção, caso se faça necessário.

Embora o processo de automação seja considerado por alguns como prejudicial ao capital humano, visto causar demissões, uma vez que nesse processo ocorre a substituição do homem pela máquina, a qual irá executar a tarefa com precisão, celeridade e redução de desperdício, e consequentemente, gerando a tão almejada economia, no caso em estudo, esse impacto social não foi sentido, pois houve o remanejamento desses funcionários para outros setores produtivos da fábrica.

Na visita técnica à fábrica, no momento da demonstração feita pelo operador executando alguns modelos de estribos na máquina estribadeira, observamos que ao término da confecção das peças estas são lançadas desordenadamente ao chão, cabendo ao operador organizá-las manualmente no final da operação. Com o intuito de melhorar o sistema produtivo adotado, propõe-se a utilização de um artifício acoplado ou não à máquina para que as peças possam cair de forma organizada, resultando em mais praticidade ao processo.

Nesse entendimento, conclui-se que os resultados obtidos com a aquisição do produto atende às expectativas da empresa, visto haver um aumento eficiente e eficaz na produção de estribos, a partir da otimização do processo, bem como a redução no risco de acidentes relacionados à atividade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO JÚNIOR, A. P.; CHAGAS, C. V.; FERNANDES, R. G. **Uma rápida análise sobre automação industrial**. DCA-CT-UFRN, Natal – RN. Redes para Automação Industrial, 2003.1 Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17829/material/ARTIGO05.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

ANDRADE, J. L. M. **Dobramento de aço para construção civil**. Disponível em: <<http://www.belgo.com.br/solucoes/artigos/pdf/dobramento.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.

CONFER. **Corte e dobra**. Disponível em: <<http://www.cofer.com.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

GASSEL, F. V. **Mechanization and automation by the manufacturing of removable modular buildings**. 13th ISARC, p. 1019–1026, 1996. Disponível em: <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/Mechanization_and_automation_by_the_manufacturing_of_removable_modular_buildings.PDF>. Acesso em: 09 nov. 2016.

GASSEL, F. V.; MAAS, G. **Mechanising, robotising and automating construction processes**. In: C. Balaguer; M. Abderrahim. Eds. Robotics and Automation in Construction. p.43–52, 2008. In-Tech. Disponível em:

<[https://handstorm.nl/Documenten%20Slimmerontwerpen/Mechanising,_Robotising_and_Automating_Construction_Processes\[1\].pdf](https://handstorm.nl/Documenten%20Slimmerontwerpen/Mechanising,_Robotising_and_Automating_Construction_Processes[1].pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2016.

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

LAZARI, J. E. de. **Projeto e desenvolvimento de um sistema microcontrolado para fabricação de estribos utilizados em conectores elétricos**. Universidade São Francisco. Itatiba-SP, 2009. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1797.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

MAGALHÃES, A. et al. **Automação na construção: processos de construção em estaleiro de obra**. Porto: FEUP, 201-?. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/apresent_11MC08_4.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2016.

MEIRA, F. **A história da automação industrial parte 1**. Disponível em: <<http://www.automagate.com.br/?p=12>>. Acesso em: 16 de nov. 2016.

PIGOZZO, B. N.; SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. A. **Racionalização e industrialização da construção civil**. Universidade Federal de São Carlos, 2001. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Pigozzo_BN_A%20Industrializacao.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016.

PINTO, R. S. et al. **Processo de desenvolvimento de produtos: o projeto de uma máquina para dobrar estribos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 33. 2013, Bahia. Anais. Bahia: Abepro, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_181_034_22695.pdf>. Acesso em: 16 de nov. 2016.

SILVA, E. L. da. MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, M. M. e ASSUNÇÃO, R. B. **A história do desenvolvimento da automação industrial**. Disponível em: <<http://ohomempodetantoquantosabe.blogspot.com.br/2015/07/a-historia-do-desenvolvimento-da.html>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

SILVEIRA, L. e LIMA, W. Q. **Um breve histórico conceitual da automação industrial e redes para automação industrial**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, p.2 e 3. 2003. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2016.