

## **AUTOMAÇÃO PARA O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO TIJOLITO**

COSTA, André Vinícius; FONTE BOA, Jorge Eduardo Nogueira; SOUZA, Kylmer Lima; VALADÃO, Lucas Henrique Guimarães; PEREIRA, Lucas Paulo Rodrigues; CASTRO, Samanta Rodrigues Melo; EVANGELISTA, Sarah Gastão; **GONTIJO, Jomar Teodoro.**

Universidade do Estado de Minas Gerais; Divinópolis – MG Engenharia de Produção, 8º B Período  
2017

### **INTRODUÇÃO**

Foram estudados os processos produtivos da empresa Plana Empreendimentos que fabrica tijolos de solo cimento denominados TIJOLITOS, empresa esta que busca uma forma sustentável de diminuir o *déficit* habitacional do país investindo em tecnologias que aumentem a velocidade da construção, principalmente nas construções de casas populares e utilização da mão de obra não qualificada.

Verificou-se que a inspeção do dimensional do tijolo era realizada manualmente e por amostragem, esse método de controle de qualidade apoiado na aceitação por amostragem apresenta grandes desvantagens.

Alguns autores citam falhas do processo de verificação da qualidade por amostragem como:

"a) Trata-se de um processo que verifica matérias-primas, componentes e produtos, depois que estes já estão finalizados pelo processo. Assim, os recursos já foram utilizados e nada ou muito pouco se pode fazer quando um lote é recusado. Esta situação vai contra um dos principais princípios da qualidade total: fazer certo na primeira vez." (PEINADO e GRAEML, 2007, p.580).

"b) A aceitação por amostragem permite que determinada quantidade de produtos defeituosos seja aceita como normal. Para quem não tolera falhas, esta condescendência com defeitos pode parecer absurda." (PEINADO e GRAEML, 2007, p.580).

Este artigo tem como objetivo descrever o estudo do processo para controle do dimensional dos tijolos e propor uma possível automatização do processo para garantir a produtividade e qualidade do

produto.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado através de uma análise detalhada do processo produtivo da empresa com o intuito de conseguir encontrar o ponto de melhoria.

Após o levantamento dessa informação foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos, sites especializados para adquirir conhecimento teórico sobre os temas abordados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Descrição do processo antes da automatização**

É notório que, na construção civil qualquer erro que possa vir a ocasionar falhas estruturais em obras, é altamente banido na rotina das construtoras. Em relação ao processo construtivo que utiliza o TIJOLITO como peça principal da construção, estes erros são ainda mais relevantes, pois as peças têm tolerâncias milimétricas e uma variação nesta pode ocasionar desnivelamento das fiadas que por sua vez causam danos irreparáveis a construção. Tendo em vista a importância deste ponto, viu-se necessário rever formas de avaliar às medidas dos tijolos produzidos na Plana Empreendimentos.

### **Método utilizado antes da automatização**

Antes da automatização, a medição dos tijolos era realizada manualmente através da utilização da ferramenta paquímetro digital (figura 4). Dois colaboradores ficavam responsáveis pela execução e avaliação das medidas dos tijolitos. Este era retirado da prensa e passava por uma esteira (figura 1) na qual a medição era efetuada antes mesmo do tijolo ir para o túnel de cura pelo motivo de reaproveitamento. Caso o tijolo não estivesse dentro das especificações técnicas (altura entre 99,7 a 100,7 mm) era enviado manualmente para o reaproveitamento. Tal processo se dava adicionando os tijolos fora de medida para o tanque de mistura.

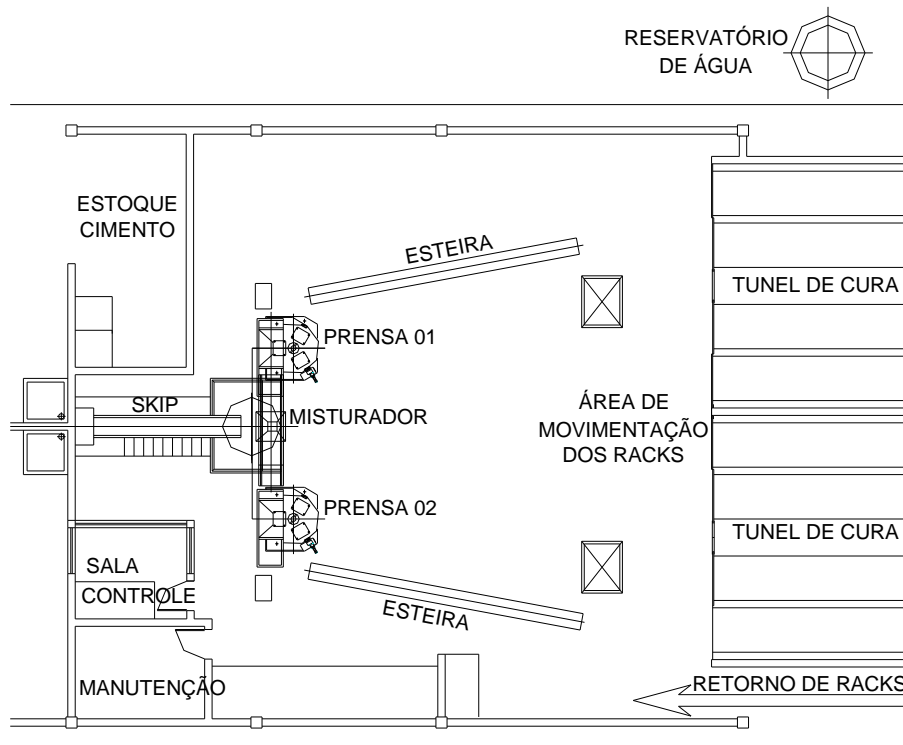


Figura 1 - Planta setorial (fonte própria)

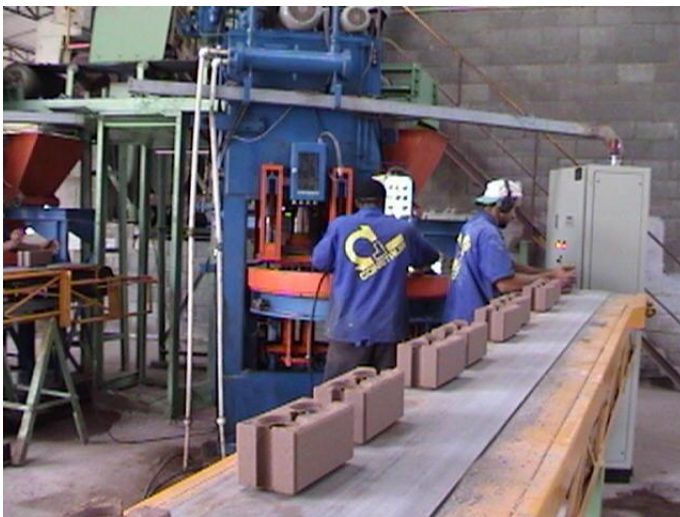


Figura 2 – Processo Manual (fonte própria)



Figura 3 – Processo Manual (fonte própria)

## O paquímetro

O paquímetro digital (figura4) é bastante simples e rápido de usar, pois se chega facilmente ao resultado, também é livre de erro de paralaxe (ângulo de visão) e o seu uso é ideal para controle estatístico de processo. Porém alguns cuidados eram necessários para manter o bom funcionamento da ferramenta conforme abaixo:

- Manter sempre o cursor e os encostos limpos;
- Não exposição à luz solar diretamente;
- Evitar choques e movimentos bruscos;
- Não apertar forte os bicos sobre o objeto que será medido;
- Calibrar o aparelho frequentemente;
- Após o uso é necessário guardá-lo no estojo.

A partir das variáveis citadas acima observou-se que apesar de ser um instrumento prático requeria muitos cuidados sendo, portanto, uma ferramenta que necessitava de maior atenção.



Figura 4 - paquímetro digital (fonte: ferramentas gerais)

## **Pontos negativos do processo de medição manual**

O método de medição manual dos tijolitos possuía alguns pontos negativos que somados, ao final do processo geravam transtornos tanto para a fábrica quanto para o cliente que corria o risco de receber um produto fora do exigido. São eles:

- Falha na medição dos tijolos, visto que eram avaliados pelo operador por amostragem a cada 15 que passavam pela esteira;
- Alto custo na calibração do paquímetro;
- Necessidade de um operador por esteira para medição;
- Processo lento;
- Baixo reaproveitamento dos tijolos fora do padrão;
- Baixa capacidade de medição.

## **Descrição do funcionamento do processo automatizado:**

A proposta de automação para o processo de verificação do TIJOLITO é um sistema fechado onde serão instalados sensores para detectar a altura da peça, verificação desta medida com os padrões pré-estabelecidos e para os casos em que estejam em desacordo, o sistema irá acionar um dispositivo que faça a retirada da peça da esteira, impedindo que esta seja transferida para a etapa de cura, quando o erro persistir por um número de peças consecutivas previamente definido, deverá acionar uma luz de alerta informando ao colaborador responsável que pare o sistema de prensagem e execute a regulagem do equipamento.

A automação do processo de medição do TIJOLITO exige algumas alterações/inclusões de novos equipamentos no processo. Estes equipamentos são:

1. Transportador plano de correia: Equipamento já existente no processo utilizado para transporte dos tijolos da prensa até a área de transferência para as prateleiras. Este equipamento sofrerá pequenas alterações para que o sistema funcione corretamente, entre elas:
  - Montagem do suporte para fixação do sensor;
  - Criação de guias de alinhamento para corrigir o posicionamento do tijolo na esteira;

- Criação de um suporte para apoio do atuador elétrico;
  - Montagem de um chute metálico para expurgo dos tijolos fora do padrão.
2. Sensor a laser posicionado a 300 mm acima da esteira (medida deve estar ajustada e verificada na montagem).
  3. Atuador elétrico para expurgo do tijolo fora dos padrões de medida.
  4. PLC (Controlador Lógico Programável) para controle do processo.

### Funcionamento do sistema.

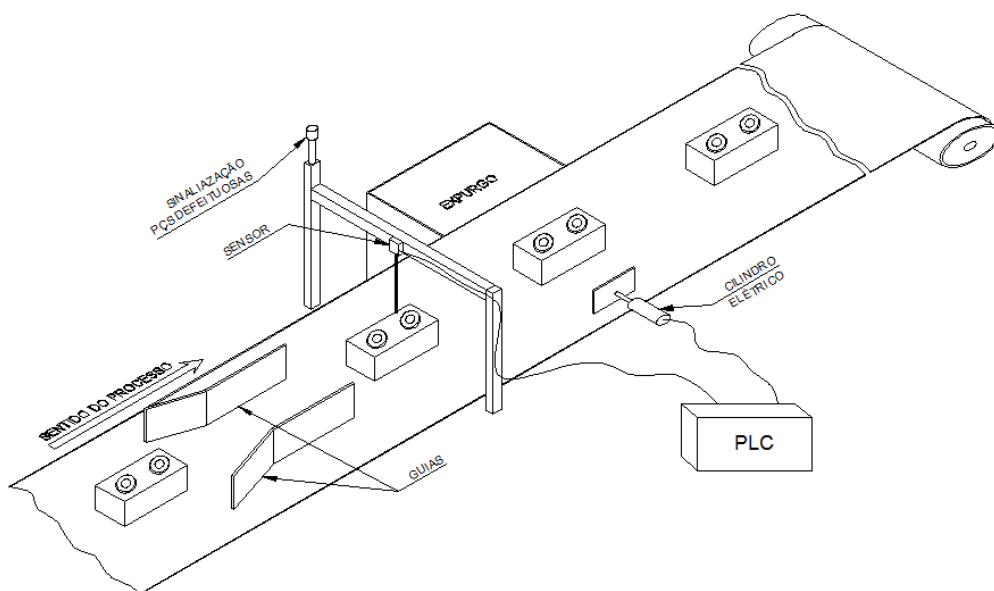


Figura 5 - Sistema automatizado (fonte: própria)

Partindo da retirada do tijolito da prensa, o operador coloca a peça sobre a esteira paralelamente ao sentido da mesma, posteriormente é feita uma correção no alinhamento da peça por duas guias instaladas na esteira há aproximadamente 500mm antes do sistema de medição, este posicionamento deve estar correto no momento da medição da altura, pois o tijolo é medido em uma área específica entre a lateral da peça e os encaixes tipo macho (imagem 6). O tijolo devidamente alinhado passa então sob o sensor que irá detectar/transmitir a medida para o PLC, é a partir desta informação que o sistema irá fazer o comparativo com os padrões da peça (99,7mm à 100,7mm) e fazer o acréscimo de uma unidade nas variáveis de peças defeituosas ou peças conforme, sendo estas contabilizadas e zeradas a cada turno. Nos casos das peças fora do padrão é transmitido um sinal para acionamento do atuador

elétrico que fará a retirada do tijolo da esteira empurrando para um chute de descarte fixado na lateral do transportador. As peças expurgadas do processo retornam ao misturador para reaproveitamento da matéria prima.

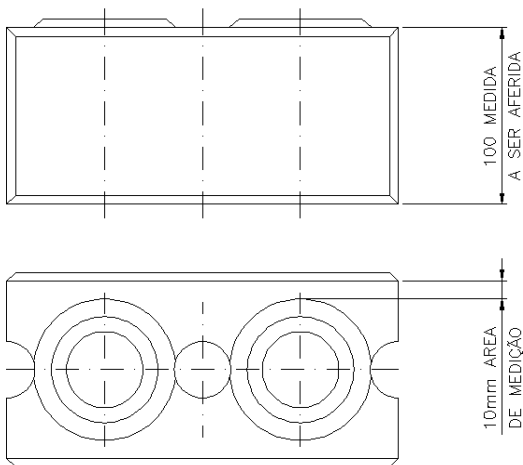


Figura 6 - Dimensões Tijolito (fonte: própria)

### **Detalhamento sobre o sensor a ser utilizado**

Para a automação do processo de medição dos tijolos optou-se pela instalação de um sensor a laser na linha de produção, sendo ele responsável pela identificação e transmissão ao PLC da medida a ser verificada.

Características do sensor utilizado:

O versátil e robusto sensor a laser tem um desempenho superior, detectando confiavelmente diferenças de distância a partir de 1 mm com um alcance de detecção de 25 a 300 mm.

- Detecta diferenças de distância tão pequenas como 1 mm;
- Range de detecção confiável de 25 a 300 mm;
- Detecta entre uma variedade de cores, materiais e superfícies alvo de acordo à distância;
- Corpo robusto durável resistente a impacto mecânico, aperto excessivo e vibração extrema;
- Leitura de distância clara pelo display de quatro dígitos inclinado;
- Comunicação digital direta com o PLC.

Abaixo uma imagem ilustrativa do sensor Q4X:





Figura 7 - Sensor Q4X (fonte: Site Global Bannerengineering)

Após a aprovação ou não das dimensões dos tijolos através do laser, eles seguem na esteira. A próxima etapa que também foi automatizada é o processo de retirada dos tijolos que estão fora das dimensões padrão da esteira.

Os sensores ópticos, que utilizam raios laser ou infravermelho, tem seu funcionamento baseado no princípio da triangulação. Um feixe de luz é emitido por um diodo laser ou um LED infravermelho. Ao ser refletido por um objeto, esse raio é detectado por um PSD (Position Sensing Device – Dispositivo de Monitoramento de Posição). De acordo com a distância do objeto que refletiu a luz, esse raio incide de modo diferente no PSD.

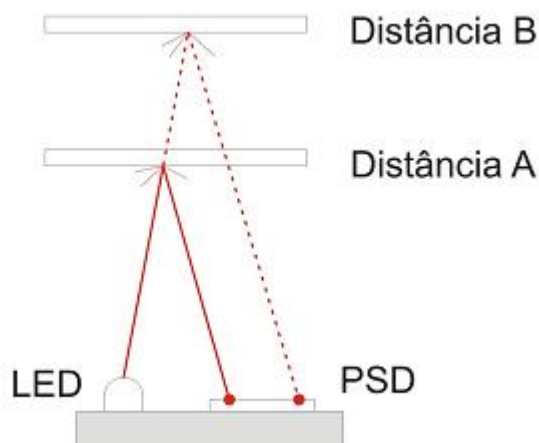


Figura 8 - Funcionamento SENSOR (fonte: <http://www.maxwellbohr.com.br>)

O PSD é composto por vários componentes sensíveis à luz (fotodiodos). Um módulo de processamento monitora a resposta do PSD, podendo identificar a posição exata em que o raio incidiu



no componente. Como essa posição depende da distancia do objeto que refletiu o feixe de luz, o modulo processa esses sinais de modo a produzir uma saída correspondente a essa distancia.

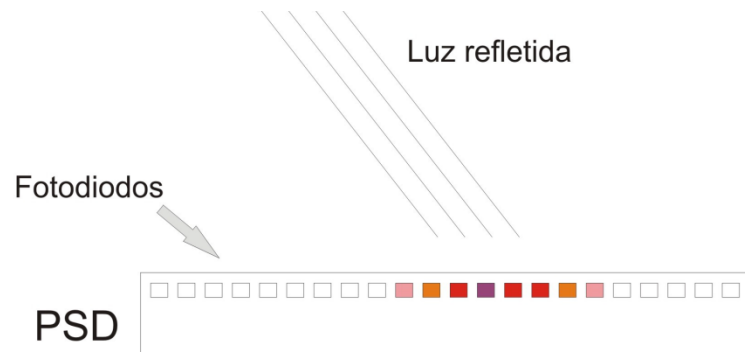


Figura 9 - Funcionamento PSD (fonte: <http://www.maxwellbohr.com.br>)

### **Detalhamento sobre o atuador elétrico a ser utilizado**

Após a passagem dos tijolos através do sensor a laser Q4X, os que estão fora das especificações exigidas são expurgados através de um Atuador linear elétrico que também foi uma área que foi automatizada.

Atuador linear elétrico é constituído por um motor, uma engrenagem e um fuso, incluindo uma porca. É um dispositivo que converte o movimento de rotação em um movimento linear com um amplo leque de utilização como: levantar, ajustar, inclinar, empurrar ou puxar objetos pesados o difícil de alcançar além de possuir um movimento preciso e uma circulação segura seu funcionamento e totalmente silencioso sem nenhum tipo de ruídos, sua vida útil e longa com pouca ou quase nenhuma manutenção. Sua instalação comparada aos sistemas hidráulicos é muito simples e possui mais segurança e limpeza do ambiente, ocupa muito menos espaço por não possuir nenhum tipo de mangueiras igual tem no sistema hidráulico. E podem ser integralizados a um sistema de controle moderno fazendo com que você tenha total controle de aceleração e a velocidade e obtendo um feedback preciso do sistema.

A seguir uma imagem de atuador linear elétrico:



Figura 10 - Atuador Elétrico (fonte: Site Linak)

Capacidade de elevação dos atuadores lineares elétricos varia de 200N – 15.000 N

## CONCLUSÕES

No processo de fabricação do TIJOLITO é necessário garantir o dimensional do tijolo, pois interfere na aplicabilidade do produto. A variação nas dimensões apresentará problemas que vão desde a estocagem, retrabalho do produto e, caso esse defeito siga até o cliente final, acontecerá o desnivelamento das fiadas de tijolos na construção se tornando um problema de difícil solução.

O processo manual tem como desvantagens operações de medições lentas ocasionando atrasos, gargalo na produção, um grau de incerteza de medição maior e ocorrência de erros de medição como:

“Devido á força de medição; A maioria dos instrumentos de medição opera em contato direto com a peça, sendo esse contato acompanhado de uma força que provoca deformação ou deslocamento (caso a peça não esteja suficientemente apoiada). A magnitude da força aplicada pode introduzir erros consideráveis na medição. Linearidade; é o erro ao longo do curso de medição em relação à curva de referência. Devido ao desgaste; O desgaste das superfícies de medição do instrumento, dos mecanismos de transmissão, das molas, das hastes etc. pode introduzir erros apreciáveis na medição.” (LIRA,

2009, p. 133).

Com a implementação da automação do processo de verificação do dimensionamento do tijolo obteremos ganhos significativos como garantia de qualidade do lote, aumento na produtividade, extinção de erro do sistema de medição e um dispositivo Pokayoke que irá minimizar o retrabalho. O Pokayoke tem como funcionalidade:

"Um dispositivo Poka Yoke dentro da manufatura tem como funções básicas a paralisação de um sistema produtivo (máquina, linha, equipamento etc.); o controle de características pré-estabelecidas do produto e/ou processo e a sinalização quando da detecção de anormalidades. Tais funções básicas são utilizadas para prevenir um defeito, impedindo a sua ocorrência ou detectando-o após o seu evento, podendo, assim, serem classificadas como Função Reguladora ou Mecanismos de Detecção." (MOURA e BANZATO, 1996).

Diante a essas possíveis melhorias concluímos que a automatização será satisfatória, pois representará ganhos na produtividade, na qualidade do produto e na satisfação dos clientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, Eduardo. Redução do Tempo de Setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas. São Paulo: Editora IMAM, 1996.

ANDRADE GUITIERREZ, Sistema AG de Construção industrializada – Tijolego - Informações Técnicas- Realizados pela Escola de Engenharia da UFMG.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

LIRA, Francisco Adval., Metrologia na Indústria. São Paulo - SP. ÉRICA. 7 ed, 2009.