

DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA ANDON DE BAIXO CUSTO PARA ENGENHARIA CIVIL

TORATI, Mario Luiz¹

Faculdades Integradas Maria Imaculada– FIMI
m_torati@hotmail.com

GONSALVES, Claiton²

Faculdades Integradas Maria Imaculada– FIMI
claiton.professor@gmail.com

BORIM ZUIM, Nádia Regina³

Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
nadiazuim@gmail.com

RESUMO

A ferramenta Andon é tradicionalmente utilizada na indústria manufatureira e a sua aplicação tem ligação com o conceito de “construção enxuta”, pois sua principal função é a identificação de problemas na linha de produção. A ferramenta já é aplicada em diversos tipos de obras na engenharia civil, na sua maioria de alto custo, ou muito complexa. É utilizada nos pavimentos de obras verticais como prédios e edifícios. O objetivo do trabalho foi elaborar a ferramenta Andon de baixo custo para gerenciar, acompanhar e mapear os problemas de um canteiro de obras. O trabalho foi desenvolvido em um laboratório, com ambiente controlador. Os resultados desta ferramenta para construção civil, foram satisfatórios mostrando o funcionamento correto conforme o planejado, e ficando com o valor acessível.

Palavras-chave: Produção enxuta. Sistema Andon . Lean construction

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil, visto que o PIB do Brasil é de R\$ 5,7

¹ Graduação em Engenharia Civil pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada, FIMI, Brasil.

² Graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC Campinas, Brasil. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Brasil.

³ Doutorado e Mestrado em Parasitologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui graduação em Ciências Biologia pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada. Atualmente é Coordenadora do Curso de Biomedicina das Faculdades Integradas Maria Imaculada de Mogi Guaçu/SP. Coordenadora do Comitê de Ética e Pesquisa das FIMI.

trilhões, deste, a construção civil responde por 5 % (R\$ 2,65 bilhões). Em termos de estabelecimentos, dado que inclui empresas e filiais, a construção civil representa 34% do total da indústria. Em termos de emprego, o segmento gera 2,1 milhões de vagas (CBIC, 2017)

As empresas têm pouco controle na execução das obras, executando-as de uma forma desordenada e sem planejamento, o que acarreta uma disfunção do setor. Apesar de esta ser um dos maiores ramos de atividades comerciais do país, possui um índice de desperdício altíssimo de materiais, em torno de 25% de perda física de materiais no mercado formal de construção. (Souza, 2012)

Uma ideia surgiu para se executar com eficiência a produção. A filosofia da Qualidade Total (Total Quality). No período de pós-guerra, o conceito de qualidade se estendeu não só ao produto, mas ao processo. Muitos consultores de várias nacionalidades estudaram os princípios japoneses e replicaram para organizações do mundo todo. Ao longo do tempo, percebeu-se que mais qualidade não significava mais custo. Em muitos casos, a otimização e padronização de processos melhorou financeiramente o desempenho das companhias, e foi assim que a qualidade ganhou o mundo. (MURTA, 2005).

Dentre os programas de qualidade desenvolvido nesse período um dos primeiros foi o sistema Just In Time, seus principais objetivos é o enfoque nos custos, das ferramentas que utiliza na interação com a qualidade, e eliminação total dos desperdícios no processo produtivo, diminuindo os estoques, comprando de acordo com a produção necessita, como contribuição poderosa na obtenção de vantagem competitiva nos custos. A Toyota trouxe o Lean, um sistema desenvolvido no final da segunda guerra mundial, inicialmente como um sistema de produção enxuta para reduzir gastos e perdas de materiais, é umas das alternativas de administração mais bem-sucedidas das últimas décadas, que se adaptava ao mercado japonês com a falta de matéria prima e pouca mão de obra, a produzir e ser competitivo. (LIKER; MEIER, 2007).

Com base na filosofia Lean, aplicada à indústria de produção, foi desenvolvido o Lean Construction, os mesmos princípios, mas aplicados a construção civil, considerando todas as particularidades e exigências do modelo industrial. As ferramentas do conceito Lean, são variadas, e com diversas formas de utilização. A cada empresa que implementa este conceito em sua gestão, seja no canteiro de obras executando os serviços que geram o produto final, seja no ato de planejar o projeto como um todo. Assim as diversas

ferramentas do Lean são desenvolvidas conforme a necessidade de cada um. Mas em contrapartida, algumas ferramentas se tornam padrão a todas as empresas que utilizam este conceito, como por exemplo o método, Andon. (FORMOSO, 2002)

O Sistema Andon consiste em uma ferramenta de comunicação, por meio de sinais visuais e auditivos, assim permite que o processo de produção seja contínuo, sem sofrer por fatores externos ou internos de diversos tipos, para que a linha de produção não pare. Na prática, o Andon é utilizado pelos operadores da linha de produção, ou mesmo pelo próprio equipamento automatizado para sinalizar a produtividade ou alguma falha no processo, solicitando assim a ajuda de técnicos de manutenção, engenheiros e outros responsáveis pela resolução do problema (SILVEIRA, 2017).

Liker e Meier (2008) aconselham que antes de tentar construir um sistema, é importante entender o ciclo completo do problema, desde o reconhecimento até sua resolução prevenção. Todo esse ciclo é repetido muitas vezes durante o dia. Os problemas estão constantemente vindos à tona e sendo corrigidos, com mínima interrupção do fluxo de produção.

O Sistema Toyota de Produção mudou os paradigmas da administração da produção, trazendo à tona ideias simples e inovadoras baseadas num objetivo comum, aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios, torna-se fundamental demonstrar que a automação ocupa posição extremamente importante. O principal trabalho da automação é detectar anormalidades que levem a paralisação da linha de produção para aplicar imediatamente a ação corretiva. Quando questionado sobre quais são os aspectos organizacionais realmente importantes de uma fábrica enxuta dizem ser a transferência do máximo de tarefas e responsabilidade que reúnem valor aos trabalhadores e a sistematização da detecção de defeitos, que rapidamente relaciona cada problema a sua causa. (GHINATO, P,2000).

Para uma obra ter um bom êxito, são necessários um planejamento e um gerenciamento eficazes, organização do canteiro de obras, boas condições de higiene e segurança do trabalho, correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e qualidade na execução de cada serviço peculiar ao processo de produção.

Com esta ferramenta, pelo gerenciamento visual, se pode monitorar o estado das operações em determinadas áreas vitais, e tendo a informação on-line para as devidas

providências, quando identificado anormalidades destas operações e para a evolução do planejamento.

O objetivo do projeto foi desenvolver a ferramenta Andon de baixo custo para gerenciar, acompanhar e mapear os problemas de um canteiro de obras elaborando uma plataforma simples e rápida para o sistema operacional, com uma programação de fácil manuseio que o tornasse rápido de origem aberta para não ter custos adicionais para facilitar o uso do equipamento pelos colaboradores, desenvolvido com características robustas para que seja resistente a água e poeira pode ser aplicado em qualquer ambiente da obra.

2 MATERIAL E MÉTODOS

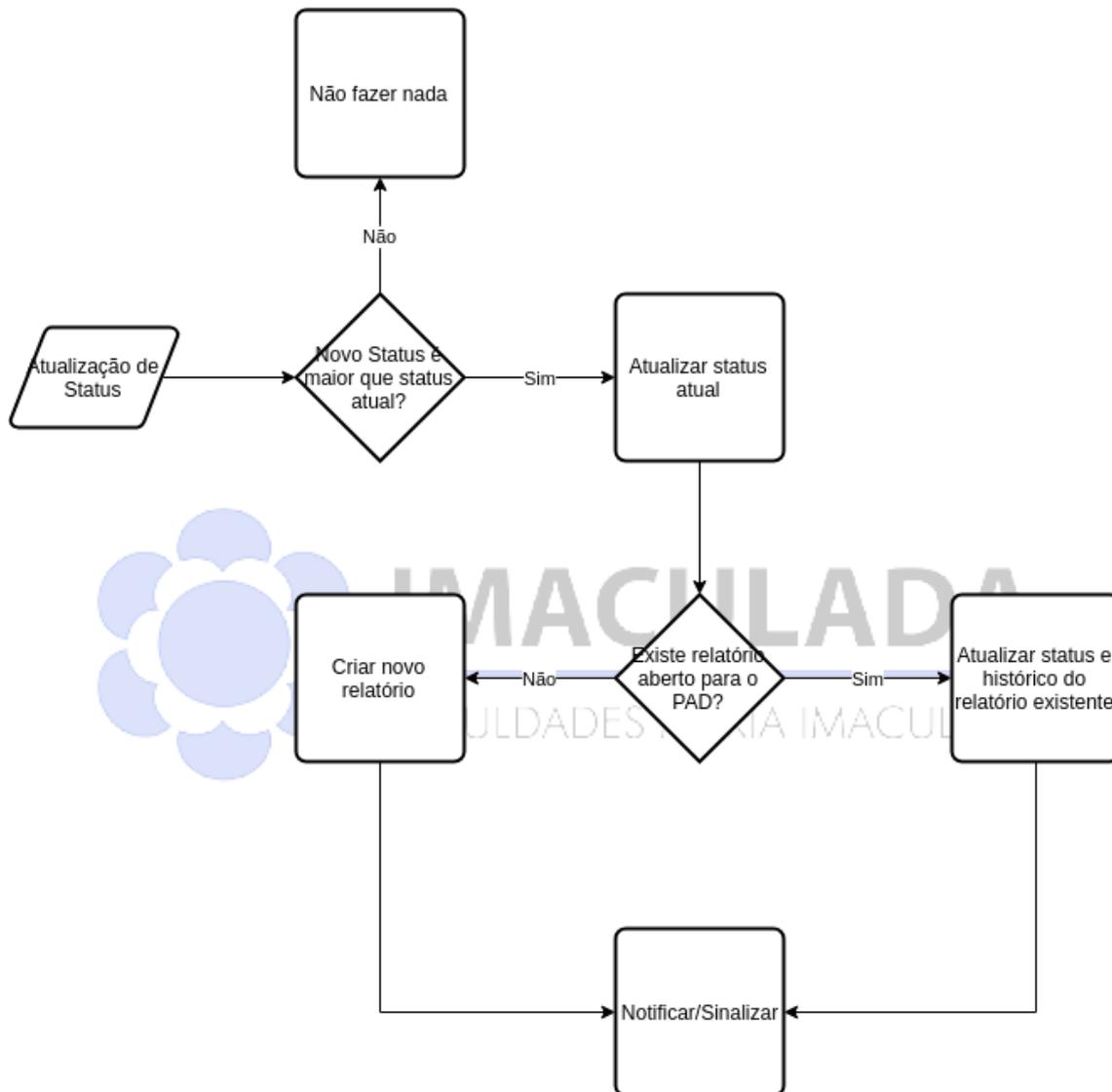
Para a elaboração do projeto foi necessário determinar algumas regras de programação e configuração de software, o sistema PAD opera manualmente, pois a parte física que fica na obra, que após o PAD ser acionado, o sistema alerta o escritório da engenharia.

Seu desenvolvimento foi realizado em conjunto com um programador de software que auxiliou e supervisionou a criação da programação. O aparelho foi desenvolvido e construído no laboratório de engenharia civil das Faculdades Integradas Maria Imaculada, em um ambiente controlado e propício para os eventos dos testes.

O modelo Andon para a engenharia civil a princípio foi desenvolvido para ser implantado em obras verticais, consistindo em uma caixa blindada com um CLP (controlador lógico programável), emitindo o status através de rede cabeada ou wireless para um servidor feito com o mesmo modelo de CLP, localizando no escritório da engenharia. Na CLP da engenharia, existe um monitor que indica como está o andamento de cada pavimento e o status da produção.

O servidor, após emitir o alerta de nível crítico, tem o significado na produção que está parada, podendo ser desativado mediante ao preenchimento do relatório, sendo assim, faz o armazenamento de dados, e emite os relatórios dos problema mais decorrente e críticos, para que a engenharia tome alguma decisão para resolver esses de problemas na obra.

Fluxograma 1 – Esquema de funcionamento



Fonte: Autor, 2018.

3 O ANDON

Com várias maneiras dessa ferramenta ser apresentada a mais simples é utilizando uma coluna de luzes com três cores. Uma delas corresponde o modo OK, quer dizer, que a produção acontece normalmente, outra cor que a produção está prestes a parar, e outra cor que a produção já está parada. Um exemplo de Andon com distribuição de luzes:

Verde - Produção normal

Amarelo – Problema iminente

Vermelho – Produção parada

Os alertas podem ser realizados em softwares, de maneira que gere uma base histórica de dados. Com uma base concreta de referências, podendo ser analisadas, estudadas e rankeadas para programas com uma melhoria constante. Os sistemas Andon mais evoluídos, detalham diversos tipos de erros, que incluem gráficos, textos ou mesmo áudio.

3.1 ANDON UTILIZANDO MONITOR COM CLP

O CLP é interligado a máquina (monitor), podendo colocar no sistema um incremento de uma peça, para desenvolver as peças automaticamente. Outro sistema paralelo (sensor), tendo a produção real e planejada, tendo a eficiência em tempo real, aumentando a capacidade, produtividade entre outros benefícios.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO ANDON

A ideia de desenvolver um andon de baixo custo surgiu do alto preço dos andons encontrados no mercado, com isso foram pesquisados formas e meios menos custosos de se adquirir esta ferramenta. Com algumas especificações necessárias para o mercado esta ferramenta foi desenvolvida utilizando componentes de fácil acesso para aquisição e com programação aberta sendo gratuita.

3.3 HARDWARE

Feito com o Raspberry, projeto desenvolvido originalmente como ferramenta para o aprendizado de linguagens de programação, oferecendo um computador barato o suficiente para que cada usuário recebesse o seu já configurado com todas ferramentas de desenvolvimento necessárias.

O Raspberry é um mini-microcomputador, equivalente ao tamanho de um cartão de crédito, abriga processador, processador gráfico, slot para cartões de memória, interface USB, HDMI e seus respectivos controladores. Além disso, ele também apresenta memória RAM, entrada de energia e barramentos de expansão. Os quais são ideais para máquinas genéricas, sistemas de controle e unidades que geram menos calor e gastam menos energia. Apesar da simplicidade, o hardware do Raspberry Pi suporta

diversas distribuições Linux, o usuário pode conectar mouse e teclado comuns para usar o computador.

Figura 3 – Placa Raspbrry



Fonte: Autor, 2018.

FACULDADES MARIA IMACULADA

3.4 RELES

Controla a passagem de energia para as luzes e botões, quando a CLP envia uma comando ele libera para que a luz acenda ou apague de acordo com a programação, no caso dos botões ao serem pressionados enviam comando para a CLP.

Figura 4 – Reles



Fonte: Autor, 2018

4 PROGRAMAÇÃO

Node.js é uma plataforma construída sobre o motor JavaScript do Google Chrome para facilmente construir aplicações de rede rápidas e escaláveis. Node.js usa um modelo de entrada e saída de dados não bloqueante que o torna leve e eficiente, ideal para aplicações em tempo real com troca intensa de dados através de dispositivos distribuídos.

Figura 5 – Programação

```
C:\Users\Mario Torati\Dropbox\Faculdade\aulas 2018\Trabalho\TCC\programação\andonServerjs - Notepad++
Arquivo  Editar  Localizar  Visualizar  Formatar  Linguagem  Configurações  Tools  Macro  Executar  Plugins  Janela  ?
C:\Users\Mario Torati\Dropbox\Faculdade\aulas 2018\Trabalho\TCC\programação\andonServerjs
1  /**
2  * Responsible c=to interact with the server.
3  * - Sends new status.
4  * - Gets the status.
5  */
6
7  module.exports = {
8    requestStatus: requestStatus,
9    sendStatus: sendStatus
10 };
11
12 const settings = require('./settings');
13 const request = require('request');
14
15 // Debug.
16 const debugMode = settings.debugMode;
17
18 const ANDON_SERVER_STATUS_UPDATED = 1;
19 const ANDON_SERVER_STATUS_NOT_CHANGED = 2;
20 const ANDON_SERVER_STATUS_ERROR = -1; // TODO: confirmar.
21
22 /**
23 * Gets common settings for a andon endpoint request.
24 */
25 function getCommonSettings() {
26   let commonSettings = {
27     url: '',
28     baseUrl: settings.server.baseUrl,
29     json: true,
30     body: f
```

Fonte: Autor, 2018

4.1 GABINETE (PAD)

Caixa de plástico com blindagem para poeira e humidade, resistente a impactos. Esta caixa abriga os componentes do sistema como luzes, botoeiras, hardware (CLP), fontes de alimentação e os circuitos.

Figura 6 – Gabinete



Fonte: Autor, 2018

4.2 PAINEL

Local onde se visualiza o status do Andon, mostrando o nome do local, onde se encontra e o status verde que significa que está correndo tudo como o planejado, amarelo que algo está errado e precisa de ajuda ou vermelho que o processo está parado necessita urgentemente de atendimento técnico no local.

Figura 7 – Imagem do monitor

Nome	Local	Status
pad-01	Solo - Setor 1	Atenção
pad-02	Solo - Setor 2	Atenção
pad-03	Andar 1 - Setor 1	OK

Fonte: Autor, 2018

5 RELATÓRIOS

Os relatórios são gerados quando algum alerta é solicitado, gerando um relatório com alguns padrões pré-definidos, só é possível reverter o status preenchendo o relatório, o mesmo fica armazenado no próprio servidor, desta forma quando solicitado pode mostrar os números de ocorrências ou de problemas ocorrido, o motivo ou a solução que está sendo mais usada.

O relatório pode ser moldado de acordo com as necessidades da empresa, podendo ser ajustado a mais de uma obra ou várias tarefas, alguns campos do relatório são preenchidos pelo próprio sistema, outros campos o engenheiro ou técnico são obrigados a preencher para que a o sistema seja liberado, dessa forma sempre são coletados novos dados.

6 RESULTADOS

O sistema contou com testes laboratoriais seguindo a linha de operação de uma obra, foi colocando a prova realizando as funções para o qual foi programado, com o servidor, e o gabinete chamado de PAD foram realizados os seguintes testes:

Testes de comunicação entre o PAD e o servidor, conectados por um cabo, o conjunto se comunicou com diretivas de programação, fazendo o status do PAD aparecer no monitor que se liga ao servidor.

Acionamento das luzes e dos botões, quando o botão solicitado era acionado a luz correspondente acendia, e era emitido o alerta no servidor.

Os relatórios foram criados de acordo com as necessidades de uma obra, os relatórios são moldados de acordo com a necessidade de cada obra, no entanto este teste foi feito de uma forma genérica para que se pudesse avaliar o funcionamento, a criação e o armazenamento.

De acordo com os resultados obtidos nos testes laboratoriais, o funcionamento foi bem sucedido, todos os botões e sinaleiros que foram acoplados tiveram seu perfeito funcionamento, os alertas visuais e sonoros que foram configurados de acordo com a programação foram bem sucedidos, a criação dos relatórios foi bem sucedida, mostrando o funcionamento correto do sistema que programado para esta ferramenta.

Porém, apontaram algumas melhorias que deverão ser analisadas e implantadas para que se obtenha um desempenho melhor em obras de grande porte, pois a ferramenta desenvolvida permite uma expansão restrita devido ao hardware utilizado. Com o aumento da capacidade do hardware controlador e da comunicação entre os sistemas, para possibilitar uma expansão maior de sua utilização em campo.

7 DISCUSSÃO

O projeto apresentado demonstra como a ferramenta foi desenvolvida, para sua aplicação em diversas obras, pois com o bom funcionamento ela é capaz de reduzir gastos desnecessários, evitando percas e problemas decorrente a execução da obra.

A ferramenta tem a capacidade de armazenar e emitir relatórios de acordo com a necessidade da obra, pois conta com um software desenvolvido especialmente para esse fim. No decorrer da utilização desta ferramenta é possível aprimora-la com novas

características, de acordo com a obra em que ela foi implantada tendo uma versatilidade muito grande.

A ferramenta é acessível a todos devido ao baixo custo de sua fabricação e sua simplicidade de montagem e utilização, possibilitando com que o público tome conhecimento da sua importância e os benefícios que ela trará, com isso depois de bem aceita será possível implementações e instalações de novos recursos para otimizar e aumentar o campo desta ferramenta.

8 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a criação de uma ferramenta de baixo custo feita para atender a todos os públicos, podendo melhorar a execução e a organização da obra. Podendo ter uma série de implementações para se obter dados mais consistentes sobre as etapas do processo, partes que demandam mais tempo para execução e com maiores gastos.

Com os resultados obtidos pelo andon é possível efetuar um plano de ação com mais ênfase em locais das obras ou etapas que tem mais problemas de paralisações, sendo possível uma otimização da execução.

Conclui-se que desde o desenvolvimento inicial do projeto, os objetivos que foram estipulados em termos de valores e simplicidade obtiveram sucesso em sua criação, tais processos como a confecção de uma caixa blindada para acomodar os componentes eletrônicos protegendo-os contra poeira e umidade, os botões com características industriais para serem resistentes aos impactos, e a programação por ser um sistema aberto de fácil manipulação superou as expectativas. Todos os requisitos para que esta ferramenta se torne viável para a produção foram atendidos, faltando unicamente os testes reais em obras para uma análise mais minuciosa do funcionamento desta ferramenta, sendo coletados dados do dia a dia de uma produção real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIKER, J.; MEIER, D.; **O Modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2007.

CBIC – Boletim Estatístico: Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Estoque de trabalhadores na construção civil**. 2017. Disponível em: <www.cbicdados.com.br>. Acesso em: 12 mar 2018.

CBIC – Boletim Estatístico: Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Resumo contas nacionais: PIB e VAB total Brasil, VAB INDÚSTRIA e VAB CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2017. Disponível em: <www.cbicdados.com.br>. Acesso em: 12 mar 2018.

MURTA, J. A. **O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo**. 1995. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?view=32>>. Acesso em 06 de abr. 2018.

SILVEIRA, CRISTIANO. **Andon**. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/andon/>> Acesso em 23 de maio de 2018.

SOUZA, P. H. M. **Implantação de um sistema de medições de produtividade da mão de obra para apoio ao planejamento de curto prazo em edificações**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras**. Porto Alegre, 2002.

GHINATO, P - **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife.(2000)