DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SCADA EM HTML BASEADO NA TECNOLOGIA WEBSERVER SIMATIC. ESTUDO DE CASO EM PROCESSO DE ENVASE DE LÍQUIDO

Desireê Siqueira*
Elizangela M. Oliveira**
Éric F. Alves***
Flávio M. Araújo****
Ronaldo T. Santos*****
Thiago G. Seixas******
Wesley Oliveira*******
Luís F. Quintino********
Alexandre A. Andrade*********

RESUMO

Para se tornarem mais competitivas no mercado, empresas buscam maior qualidade e confiabilidade na aquisição dos dados, pois o nível de gerencia depende destas coletas para futuras decisões estratégicas. Posteriormente, a automação surge como uma alternativa para elevar os fatores competitivos, e analises confiáveis de diversas variáveis do chão de fábrica. Com isso, o objetivo deste artigo é realizar um estudo utilizando o sistema supervisório automatizado, juntamente com CLP para controle e servidor web, possibilitando o acesso dentro de uma rede interna. Foi realizado um estudo de caso, onde o foco é automatizar uma linha de envase de líquidos através do sistema supervisório SCADA para monitoramento utilizando a rede interna, focando nos níveis hierárquicos superiores ao chão de fábrica, tornando seus dados mais confiáveis e eficazes, com o objetivo de sanar falhas na coleta de dados manuais. Esta proposta foi analisada em uma empresa com sede na Zona Leste de São Paulo, onde os resultados obtidos com essa integração automática mostraram possíveis melhorias e corte de custos na produção, com a melhoria na disponibilidade da máquina e constatação de erros humanos na coleta de dados.

Palavras-Chave: SCADA, webserver, envase, sistema supervisório, CLP. [1]

* Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: desiree.s@hotmail.com

** Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: elizamorais.em@gmail.com

*** Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: ericalves98@hotmail.com

**** Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: flavio.araujo@eletricapj.com.br

***** Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: ronaldo.trainotti.santos@gmail.com

****** Bacharel em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: thiseixas300@gmail.com

******* Professor do departamento de Engenharia da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: wesley_oliveira@hotmail.com

******** Coordenador da Faculdade de Tecnologia Carlos Drummond de Andrade. E-mail: luis.quintino@outlook.com

********* Professor da Universidade Federal do ABC. E-mail: aacacio@ufabc.edu.br

ABSTRACT

To become more competitive in the market, companies seek higher quality and reliability in data acquisition, since the level of management depends on this collection for future strategic decisions. Therewith, automation emerges as an alternative to elevate competitive factors, and reliable analyzes of various variables on the shop floor. With this, the objective of this article is to conduct a study using the automated supervisory system, with PLC for control and web server, allowing access within an internal network. A case study was carried out, where the focus is to automate a liquid packaging line through the SCADA supervisory system for monitoring using the internal network, focusing on hierarchical levels above the shop floor, making its data more reliable and efficient, with the objective of eliminating failures in manual data collection. This proposal was analyzed in a company based in the East Zone of São Paulo, where the results obtained with this automatic integration, showed possible improvements and cost cutting in the production, with the improvement of machine availability and evidence of human errors in the collection of data.

Keywords: SCADA, webserver, packaging, supervisory system, PLC.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, há 5.195.250 empresas que utilizam o processo de envase de líquidos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE, 2012]. Por possuírem processos muitos amplos, são necessários a coleta confiável de diversas variáveis sobre o seu produto e sua produtividade.

Em um mercado globalizado, as empresas precisam preparar-se para lidar com a competição e para isso é fundamental que invistam em infraestrutura e modernização [DIAS; MALACO, 2010]. As empresas que utilizam um sistema de monitoramento avançado possuem o controle automatizado da produtividade, podendo interpretar e processar as informações de uma maneira mais rápida e confiável. A confiabilidade da coleta de dados é de suma importância, sendo possível monitorar todo processo produtivo, que muitas vezes tem operação manual, podendo ser facilmente negligenciada, afetando futuras analises estratégicas, como o desempenho da produção de uma máquina. Baseando-se no estudo do OEE (Overall Equipament Effectvences), podem-se alcançar melhorias em sua disponibilidade, desempenho, qualidade e aproveitamento dos produtos, através da correta aquisição de dados, a fim de evitar falhas e desperdícios ocorridos durante o processo de envasamento.

Para minimizar os problemas de aquisição de dados e sua confiabilidade, as empresas utilizam o Supervisory Control and Acquisition Data System (SCADA), para auxiliar no monitoramento, controle dos parâmetros e rastreio das informações de um sistema qualquer,

dentro de um processo produtivo, que tem como principal objetivo supervisionar o chão de fábrica.

Desta forma, o presente artigo oferece um método com o sistema SCADA para criar uma arquitetura aberta, ligada em rede, permitindo que o fluxo de informações do processo ultrapasse os limites físicos de uma empresa e possa fornecer informações por meio de comunicações internas. [MUYNARSK; GARCIA, 2014]

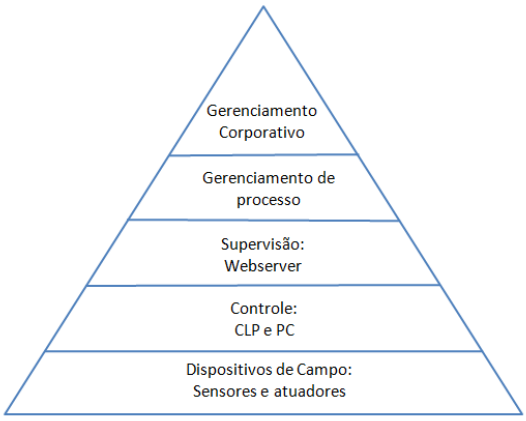
A avaliação do projeto utilizando um sistema SCADA integrado ao CLP (Controlador Lógico Programável), permite modernizar e verificar todas as variáveis do processo, com o objetivo de monitorar toda a linha de produção, com a correta interpretação dos dados, pode-se abater grande parte dos problemas no produto final.

2 REVISÃO TEÓRICA

O conceito de automação está cada vez mais difundido nas indústrias, onde se necessita de conhecimento à fundo de diferentes tipos de processo, fazendo com que equipamentos e produtos especializados sejam desenvolvidos atendendo a determinados tipos de demanda. Outro fator determinante desta revolução se dá pelo fato de que a automação rompeu as fronteiras do chão de fábrica propriamente dito, chegando até as camadas mais altas, como a área de negócios e supervisão. [FILHO, 2000]

A figura 1 representa os níveis hierárquicos da pirâmide de automação industrial, classificados em função do tipo de informação que trafega na rede e do tipo de equipamentos conectados. [CASSIOLATO, 2011]

Fig. 1. Pirâmide da Automação.



Fonte: Autor

As empresas independentemente de seu porte, ramo ou localização, precisam a todo instante de informações sobre diversos assuntos e áreas do conhecimento. Desta forma, para

serem competitivas precisam dominar e fazer uso do conhecimento necessário para ofertar ao mercado produtos e serviços que atendam suas necessidades. [MARINO, 2006]

As empresas que exploram a vantagem de uma nova tecnologia antes de seus concorrentes vão assumir a liderança no mercado. Mais tarde, todos os concorrentes terão de adotar estas tecnologias para simplesmente se manterem competitivos. [LYDON, 2014]

As tecnologias de gestão são ferramentas que proporcionam facilitar e agilizar os processos internos e fluxo de informações, para reduzir os custos provenientes de erros humanos e tempo de operações manuais. [VERÍSSIMO; MUSETTI, 2003]

A utilização de equipamentos de coleta de dados encontra-se em franca expansão em diversos segmentos de mercado. Além disso, a tecnologia prova maior confiabilidade, veracidade e mobilidade, em sua gestão quando comparado com sistemas manuais. [REBELATO; LIDAK, 2006]

O retrabalho no sistema manual é frequente devido a erros de digitação, ou até mesmo, manipulação dos dados. Já no coletor automatizado não ocorre, pois, todas as movimentações são feitas com a leitura automática das variáveis.

O retrabalho é um dos fatores que agregam custo ao processo de gestão. Isto acarreta inúmeras dificuldades no controle que pode interferir diretamente no planejamento da produção. Para implementar melhorias e atingir o objetivo proposto, foi estudado sobre a tecnologia do coletor de dados automatizado. Esta tecnologia proporciona algumas vantagens, tais como: reduzir os custos operacionais, eliminar o retrabalho, evitar erros, permitir mobilidade, maior segurança nas informações, agilidade nos processos e aumentar a produtividade.

Para o chão de fábrica, a automação é realizada através do CLP/SCADA/PC que permite a coleta de dados dos processos de produção, como também, interfaces para a transferência dos dados para sistemas de supervisão da empresa. [BOARETTO; KOVALESKI; SCANDELARI, 2004]

O software de supervisão SCADA tem objetivo o monitoramento do chão de fábrica, através de uma base de dados, ou seja, sua função principal é mostrar o que está ocorrendo no chão de fábrica naquele momento. [MARTINS; BREMER, 2002]. Além disso, oferecem funções importantes no monitoramento de problemas, como a parada de máquinas por problemas mecânicos ou falta de matéria prima, causando paradas na produção, podendo assim integrar todas as atividades de uma planta industrial, reduzindo os efeitos da ociosidade das maquinas e seus operadores. [SANTOS *et al.*, 2017]

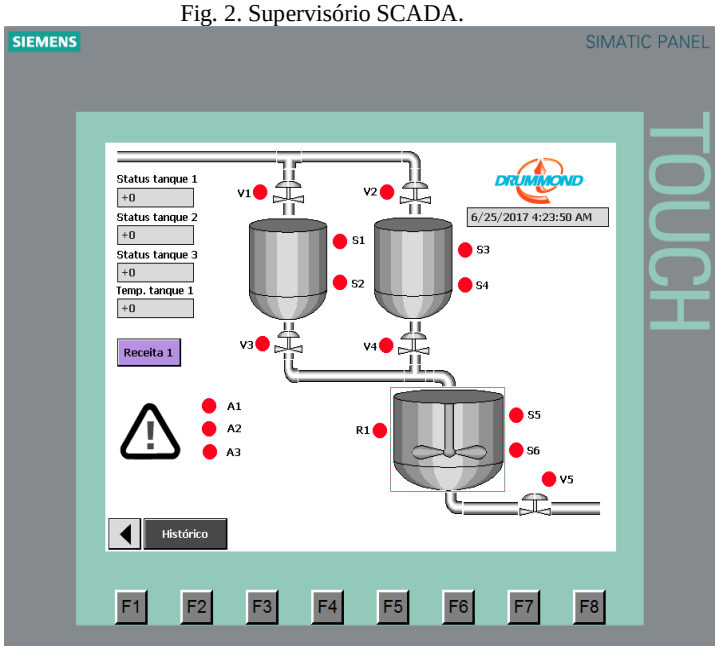
Uma boa coleta de dados é a chave requerida para o completo sucesso da estratégia do OEE. O sucesso de várias fábricas é afetado enormemente por como a exatidão das informações são coletadas e analisadas eficientemente. [HANSEN, 2002]. Com o OEE é possível identificar os equipamentos do setor produtivo com menor eficiência, para aperfeiçoá-los. O indicador OEE pode ser dividido em três índices, a fim de verificar se a máquina está trabalhando nas condições corretas. O primeiro índice é da disponibilidade, o qual é responsável pela questão de a máquina estar funcionando ou parada. O segundo é o da performance, onde é feita analise do estado de rendimento de operação da máquina, ou seja, na sua máxima capacidade. O terceiro índice que compõe o OEE analisa se a máquina está produzindo com as especificações corretas, ou seja, peças com qualidade. [RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013]

Com a utilização do OEE, o sistema minimiza perdas e identifica as falhas nos equipamentos, sejam elas por paralisações no funcionamento de forma inesperada ou por conta de deterioração de suas funções. [CARDOSO, 2013]

Os investimentos em automação na indústria envolvendo supervisão e controle em geral são expressivos, uma vez que processos automáticos dispensam o trabalho humano e a aplicação de conhecimentos empíricos, que é mais suscetível a erros e equívocos. [PAIOLA, 2011]

Visando a melhoria na produtividade e confiabilidade dos dados, surgiu a necessidade de um sistema supervisório SCADA conforme figura 2, para monitoramento das variáveis de um processo produtivo, com o objetivo de produzir uma interface de auto nível do operador com o processo, integrando com um CLP para controle do mesmo.

Fig. 2. Supervisório SCADA.



Fonte: Autor

O CLP é um dos mais importantes avanços da automação industrial de todos os tempos. Sendo uma solução personalizável que se adapta praticamente a qualquer aplicação, podendo ditar movimentos de uma máquina CNC ou, até mesmo, gerir a resposta de encerramento para uma parada de emergência em uma linha de produção, é também um dos dispositivos mais usados nos projetos de automação industriais. [IMMEL, 2012]

Sistemas complexos do processo industrial utilizam a flexibilidade do controlador lógico, impondo o conceito da facilidade de programação, elevados níveis de confiabilidade e readequação em sistemas de automação, o CLP torna-se um equipamento de grande importância dentro de uma topologia de hardware para sistemas automatizados. [MORAES; CASTRUCCI, 2007]

Para este estudo, o CLP analisado foi o SIEMENS S7-1200, juntamente com seu software TIA Portal V13. Através do mesmo, foi possível a integração em web de seu servidor, por uma tela do portal web, ou seja, será possível acessar o sistema supervisório de uma rede local ou por monitoramentos à distância pelos níveis hierárquicos superiores ao do chão de fábrica de forma rápida e confiável.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste artigo busca-se a implementação de um sistema supervisório na coleta de dados automatizados utilizando o webserver para monitoramento via rede, comprovando sua eficácia em relação à coleta de dados manuais que podem ser visualizadas facilmente através da planilha do OEE.

Foi realizado um estudo de caso em uma empresa na Zona Leste de São Paulo, onde se utilizava as coletas de dados manualmente em uma máquina de envase de líquidos na qual produz dois tipos de produtos “A” e “B”, com tempo padrão de envase de 1,5 segundos e 3,0 segundos, respectivamente. Na tabela I podemos observar as especificações da máquina.

Tabela I: Especificações da máquina

Turno	**Máquina**	**Capacidade produtiva**	**Produto A (Tempo Padrão)**	**Produto B (Tempo Padrão)**
8 horas ou 480 minutos	Envasadora	40 pç/min	0,03 min/pç	0,05 min/pç

Fonte: Autor

Foi estudado o início e o fim de cada etapa de trabalho, no qual o mesmo foi obtido manualmente pelo operador. Dentre estas variáveis, destacou-se a duração de cada período, a

quantidade de peças boas e ruins, o tipo de produto e operações da máquina. Estes dados podem ser observados na tabela II.

Tabela II: Folha de Apontamento Manual

Inicio	Fim	Duração Minutos	Quantidade Boas	Quantidade Ruins	Produto	Operação
08:00	08:10	10	0	0	Nenhum	Aguardando operador
08:10	08:50	40	0	0	A	Preparação
08:50	10:50	120	4324	12	A	Produzindo
10:50	11:00	10	0	0	A	Reabastecimento líquido
11:00	12:00	60	2065	3	A	Produzindo
12:00	13:00	60	0	0	A	Refeição
13:00	15:00	120	4462	8	A	Produzindo
15:00	15:20	20	0	0	B	Preparação
15:20	16:00	40	677	13	B	Produzindo

Fonte: Autor

Em posse destes dados, observa-se o tempo de trabalho da máquina, quantidade de cada produto, perdas da produção e seus indicadores, conforme tabelas III, IV, e V.

Tabela III: Tempo de Produção Manual – Estado de trabalho em minutos

Operacional	Desprogramado	Programado	Parado
480	60	420	80

Fonte: Autor

Tabela IV: Tempo de Produção Manual – Produção Produtos A e B

Produção de Produtos		
Indicador	**A**	**B**
Tempo produzindo	300	40
Produção Real	10862	690
Produção Teórica	12000	800
Perda	-1138	-110

Fonte: Autor

Tabela V: Tempo de Produção Manual – Percentual de Indicadores

Indicadores				
Utilização	**Disponibilidade**	**Desempenho**	**Qualidade**	**OEE**
87,50%	80,95%	90,25%	99,79%	72,91%

Fonte: Autor

Após análise destes dados, é possível observar um equilíbrio dos seus indicadores, porém essa coleta de dados, como explicado anteriormente, é uma coleta manual. Este tipo de coleta pode sofrer algum tipo de modificação do operador, como por exemplo, algum erro de escrita ou até mesmo ter valores manipulados. Esta modificação pode acarretar em uma possível tomada de decisão errada, gerando problemas para a empresa.

Para comprovar a confiabilidade dessas variáveis foi implementado o SCADA, onde foi possível obter as mesmas variáveis que o operador registrou manualmente de forma automática, no mesmo período de trabalho. Os valores coletados automaticamente podem ser visualizados na tabela VI.

Tabela VI – Folha de Apontamento Automatizada

Inicio	**Fim**	**Duração**	**Quantidade**		**Produto**	**Operação**
		Minutos	**Boas**	**Ruins**		
08:00	08:20	20	0	0	Nenhum	Aguardando operador
08:20	09:10	50	0	0	A	Preparação
09:10	10:50	100	4324	12	A	Produzindo
10:50	11:10	20	0	0	A	Reabastecimento líquido
11:10	12:00	50	2065	3	A	Produzindo
12:00	13:00	60	0	0	A	Refeição
13:00	14:50	110	4462	8	A	Produzindo
14:50	15:30	40	0	0	B	Preparação
15:30	16:00	30	677	13	B	Produzindo

Fonte: Autor

Como feito na coleta manual, foi realizado o estudo do OEE na coleta dos dados automáticos também, visualizados nas tabelas VII, VIII e IX.

Tabela VII: Tempo de Produção Automatizada – Estado de trabalho em minutos

Operacional	Desprogramado	Programado	Parado
480	60	420	130

Fonte: Autor

Tabela VIII: Tempo de Produção Automatizada – Produção Produtos A e B

Produção de Produtos		
Indicador	**A**	**B**
Tempo produzindo	260	30
Produção Real	10862	690
Produção Teórica	10400	600
Perda	-462	-90

Fonte: Autor

Tabela IX: Tempo de Produção Automatizada – Percentual de Indicadores

Indicadores				
Utilização	**Disponibilidade**	**Desempenho**	**Qualidade**	**OEE**
87,50%	69,05%	105,02%	99,79%	72,36%

Fonte: Autor

Nesta coleta não ocorreu perdas na produção do produto A e produto B, conforme dados apresentados na tabela X que mostra o valor negativo das perdas obtido através dessa análise, como *"*Produção teórica – Produção Real*"*. Esse resultado é possível, pois a máquina produziu mais do que está especificada em um determinado período de tempo. Comparando os dados coletados manualmente e os dados coletados de forma automática, podemos observar que a sua porcentagem final (OEE%) não teve grandes mudanças, porém, outras variáveis apresentaram grande diferença nos seus indicadores. Podemos citar algumas variáveis de suma importância para o processo produtivo tais como, a duração de cada etapa do operador e a quantidade de peças produzidas neste mesmo período, vejamos um comparativo das divergências dos dados na tabela a seguir.

Tabela X: Comparação Folha de Apontamento Manual e Automatizada

Manual			Automatizada			
Inicio	**Fim**	**Quantidade Boas**	**Inicio**	**Fim**	**Quantidade Boas**	**Operação**
08:00	08:10	0	08:00	08:20	0	Aguardando operador
08:10	08:50	0	08:20	09:10	0	Preparação
08:50	10:50	4324	09:10	10:50	4324	Produzindo
10:50	11:00	0	10:50	11:10	0	Reabastecimento líquido
11:00	12:00	2065	11:10	12:00	2065	Produzindo
12:00	13:00	0	12:00	13:00	0	Refeição
13:00	15:00	4462	13:00	14:50	4462	Produzindo
15:00	15:20	0	14:50	15:30	0	Preparação
15:20	16:00	677	15:30	16:00	677	Produzindo

Fonte: Autor

A quantidade de produto produzido em cada operação se manteve a mesma, porém, o tempo de cada operação está divergente. Pensando somente em produtividade não teria problemas, pois, a quantidade final se manteve, porém, os outros indicadores apresentaram uma diferença considerável conforme dados da tabela XI.

Tabela XI: Comparação Indicadores Manual e Automatizada

Indicadores		
Indicador	**Manual**	**Automatizada**
Utilização	87,50%	87,50%
Disponibilidade	80,95%	69,05%
Desempenho	90,25%	105,02
Qualidade	99,79%	99,79%
OEE	72,91%	72,36%

Fonte: Autor

A disponibilidade da máquina caiu bruscamente. A mesma ficou muito tempo sem trabalhar acarretando diferença de 11,9% entre as anotações manuais feitas pelo operador e dados da coleta automáticos realizada em tempo real. Outro fator importante para análise é a disponibilidade da máquina, que trabalhou com 5,02% a mais da sua capacidade máxima, obtendo uma diferença de dados manual e automático de 14,77%.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Analisando todos os dados expostos, conclui-se que ocorreu uma divergência muito grande nos valores obtidos manualmente em comparação com os dados coletados de forma automática, ou seja, a utilização de um sistema supervisório é de suma importância para obter uma coleta de dados confiável.

No caso estudado, pode-se concluir que apesar do valor produtivo se manter o mesmo, o tempo de trabalho da máquina diminuiu e juntamente com isso, o desempenho da mesma passou do limite especificado, ou seja, a máquina trabalhou mais em menos tempo. Um desempenho acima do limite máximo da máquina pode acarretar em grandes problemas como, por exemplo, perda de material e, principalmente, o desgaste da máquina de forma exagerada.

Sem a automatização do sistema supervisório, os problemas de desgaste e a análises dos dados coletados manualmente, dificultam a empresa a identificar os problemas no processo de envase e suas principais causas. Sendo assim, com a coleta de dados automática a visualização do problema se torna facilmente evidenciada. Esta verificação fica ainda mais prática e acessível através do webserver, onde não só o operador consegue visualizar o que está acontecendo no processo, como também, qualquer setor da empresa consegue ter acesso desses dados através de sua rede local, mantendo assim, uma comunicação rápida do que realmente está acontecendo no chão de fábrica de uma forma precisa e confiável.

5 REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA – IBGE. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas. 2012. ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/cadastroempresa/2012/default.shtm. Acessado em: 15 de Fevereiro de 2017.

DIAS, Fagner Alves; MALACO, Graziella Carneiro. Utilização da TIR para Análise da Viabilidade de Projetos – Vantagens e Limitações. 2010. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/952. Acessado em: 21 de Fevereiro de 2017.

MUYNARSK, Oscar Gomes; GARCIA, Marcus Valério Rocha. Sistema De Monitoramento E Controle de Máquinas Elétricas, Utilizando Microcontrolador Arduino E Supervisório Elipse SCADA Para Diminuição De Parada Não Programadas Para A Manutenção. Caleidoscópio, v. 1, n. 6, p. 98-107, 2015. https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/viewFile/191/220. Acessado em: 2 de Março de 2017.

FILHO, Constantino Seixas. A automação nos anos 2000: uma análise das novas fronteiras da automação. CONAI2000/ATAN Sistemas, 2000. Disponível em: http://alvarestech.com/temp/smar/www.delt.ufmg.br/seixas/PaginaII/Download/DownloadFiles/Conai2000Automacao.PDF. Acessado em: 7 de Março de 2017.

CASSIOLATO, César. Redes Industriais. Smar Equipamentos Industriais Ltda, 2011. Disponível em: http://www.smar.com/newsletter/marketing/index150.html. Acessado em: 20 de Março de 2017.

DE CASTRO MARINO, Lúcia Helena Fazzane. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. 2006. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/598.pdf. Acessado em: 3 de Abril de 2017.

LYDON, Bill. Manufacturing Technology Race: Leveling the Playing Field. 2014. Disponível em: https://www.automation.com/automation-news/article/manufacturing-technology-race-leveling-the-playing-field. Acessado em: 14 de Abril de 2017.

VERÍSSIMO, Nádia; MUSETTI, Marcel Andreotti. A tecnologia de informação na gestão de armazenagem. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 23, 2003. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0112_0767.pdf. Acessado em: 20 de Abril de 2017.

REBELATO, Marcelo Giroto; LIDAK, G. A transmissão de dados sem fio aplicada à coleta de dados no chão-de-fábrica. 2006. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE. 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR450308_6775.pdf. Acessado em: 05 de Maio de 2017.

BOARETTO, Neury; KOVALESKI, João Luiz; SCANDELARI, Luciano. Coleta de dados e monitoramento de chão de fábrica na manufatura discreta–integração com as ferramentas de gestão. XI SIMPEP (In Portuguese), 2004 Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/ARTIGOS/13.pdf. Acessado em: 20 de Maio de 2017.

MARTINS, Vinicius; BREMER, Carlos Frederico. Proposta de uma ferramenta de integração entre sistemas ERP-SCADA: Caso Prático. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr12_0107.pdf. Acessado em: 8 de Junho de 2017.

SANTOS, Leila Oliveira; ARAÚJO, Reginaldo de Sousa; SANTOS, Vitor Freire; QUINTINO, Luís Fernando; OLIVEIRA, Rafael Rodrigues; OLIVEIRA, Wesley Barbosa. Sistema SCADA Aplicado Na Redução Da Ociosidade E Seu Custo: Estudo De Caso Na Indústria Alimentícia. Revista Cientifica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVII, N° 000111, 01/09/2017. Disponível em: http://www.semanaacademica.org.br/artigo/sistema-scada-aplicado-na-reducao-da-ociosidade-e-seu-custo-estudo-de-caso-na-industria. Acessado em: 15/10/2017

HANSEN, Robert C. Overall equipment effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits. Industrial Press Inc., 2001.

RODRIGUES, Alan Felipe; FERRARIN, Fabrício Vieira; OLESKO, Pedro Guilherme Mylla. Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar condicionado automotivo. 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1908/1/CT_COEAU_2013_1_01.pdf. Acessado em: 5 de Agosto de 2017.

CARDOSO, Caique. O que é o Índice OEE e Para Que serve?. 2013. Disponível em: https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-o-indice-oee-e-para-que-serve/. Acessado em: 5 de Setembro de 2017.

PAIOLA, Carlos EG. O papel do supervisório no atual contexto tecnológico. Intech supervisórios, outubro, 2009. Disponível em: http://www.aquarius.com.br/Boletim/InTech132_artigo.pdf. Acessado em: 19 de Setembro de 2017.

IMMEL, Rachel Leisemann. Programmable Logic Controller Evolution. Madison: Manufacturing Business Technology. 2012. Disponível em: https://www.mbtmag.com/article/2012/03/programmable-logic-controller-evolution. Acessado em: 17 de Setembro de 2017.

CASTRUCCI, Plínio de Lauro; MORAES, CC de. Engenharia de automação industrial. Rio de Janeiro: LTC, 2001.