

INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE EXECUÇÃO DA MANUFATURA EM UMA FÁBRICA DE SEMENTES DE MILHO

Richard Cruvinel Santos¹

Carla Oliveira Nascimento²

RESUMO

O sistema MES (*Manufacturing Execution System* – Sistema de Execução de Manufatura) é uma ferramenta empregada na gestão do chão de fábrica, que possibilita ao sistema de gerenciamento ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos Empresariais) a obtenção de informações do processo produtivo em tempo real, melhorando o seu gerenciamento. O objetivo deste trabalho foi implementar o sistema MES no controle da produção de sementes transgênicas com um percentual de dez por cento de sementes convencionais. Para isso, foi feito um estudo de caso em uma indústria de produção de sementes. Após análise dos resultados, verificou-se que, para realizar as combinações de sementes, foi necessário utilizar um sistema em que as informações das sementes transgênicas e convencionais classificadas estivessem em uma única base de dados disponível a fim de o Planejamento e Controle de Produção (PCP) gerarem as ordens de produção. Então, a utilização do MES foi eficiente na consolidação dessas informações na sua base de dados.

Palavras-chave: Sistema de controle. Chão de Fábrica. Automação. MES. ERP.

¹Acadêmico do curso de graduação em Engenharia de Produção.

² Professora da Universidade de Rio Verde – Orientadora.

1 INTRODUÇÃO

As máquinas e equipamentos oferecem e necessitam de muitos tipos de informações, como taxa de produção, alarmes de falha, tempo ocioso, parâmetros de configuração. Todos esses dados ficam e precisam ser interligados com o sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition* – Controle de Supervisão e Aquisição de Dados) para que haja troca de informações no processo de produção (GAUSHELL, DENNIS J., 1993; BARR; FONASH, 2004).A ferramenta MES (*Manufacturing Execution System* – Sistema de Execução de Manufatura) vem sendo usada pelas companhias para auxiliar as tomadas de decisões, pois o MES oferece informações do chão de fábrica em tempo real ao sistema ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos Empresariais). Com essas informações sendo recebidas pelo ERP em tempo real, as tomadas de decisões são mais assertivas, pois o mercado exige cada vez mais produtos com qualidade e um bom custo-benefício. Toda a informação da linha de produção que é passada por meio de formulários ao sistema de controle e automação ao ERP passará a ser executada pelo MES. Então, o MES é uma ferramenta para integrar diferentes ferramentas de gestão corporativa, ERP, com sistemas de controle industrial SCADA, fornecendo à alta gestão informações em tempo real para tomada de decisões (ALOINI; DULMIN; MININNO, 2012).

O uso da ferramenta MES na indústria auxilia no cumprimento das recomendações feitas pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) que solicita a realização de combinações entre as sementes transgênicas e convencionais de igual porte e ciclo vegetativo, pois quando se planta sementes transgênicas, recomenda-se que, de 5 a 10% da área cultivada sejam de sementes convencionais, ou seja, uma área de refúgio. Essa prática irá garantir que as pragas não ganhem resistência ao milho transgênico, assim conservando tecnologia de resistência a pragas (EMBRAPA, 2011).

Diante do exposto, este trabalho visa demonstrar a implantação da ferramenta MES em uma indústria de produção de Sementes no estado de Goiás, onde será realizada a troca de informações, via MES entre o sistema SCADA e ERP, somente no setor de ensaque do produto. As informações que serão coletadas em tempo real do chão de fábrica para o ERP se referem à taxa de ensaque de cada tipo de produto ou híbrido de semente e taxa de sacos rejeitados. Apesar dessa integração, as informações, como o tipo de material pronto para ser

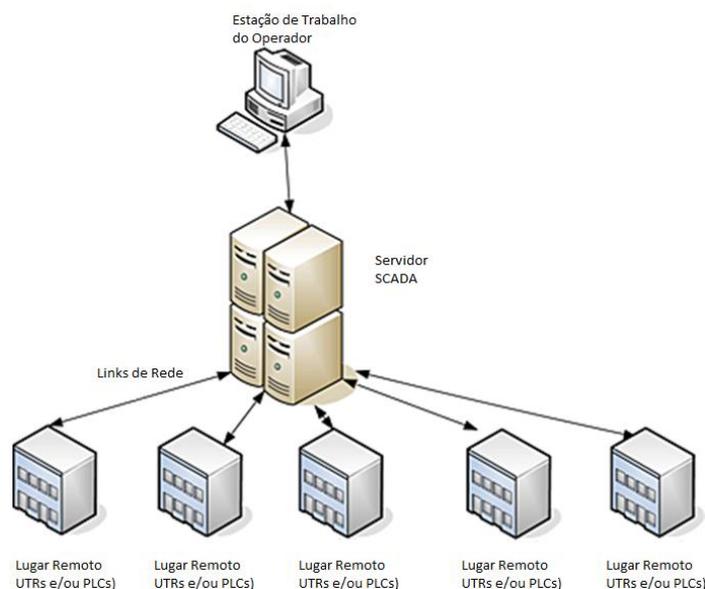
ensacado, ainda serão dadas por meio de formulários e planilhas de Excel (MARDEGAN; MARTINS; OLIVEIRA, 2003).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO

O sistema SCADA atua como uma interface entre o usuário e o sistema real, formando um componente básico de controle, uma IHM (Interface Homem-Máquina) (*OFFICE OF THE MANAGER NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM*, 2004). São amplamente utilizados na indústria para monitorar e controlar processos industriais, tais como: usinas de cana-de-açúcar, petroquímicas, frigoríficos, mineradoras, centros de distribuição, etc. O sistema SCADA é formado por um computador central/servidor, e têm os terminais de operação, CLPs (Controladores Lógicos Programáveis), ou RTUs (*Remote Terminal Units* - Unidades de Terminais Remotas) são equipamentos instalados no chão de fábrica e responsáveis pela aquisição, geração de dados e pelo controle de máquinas e equipamentos, que por sua vez estão conectados a um servidor SCADA, conforme é apresentado na Figura 1 (GAO et al., 2014).

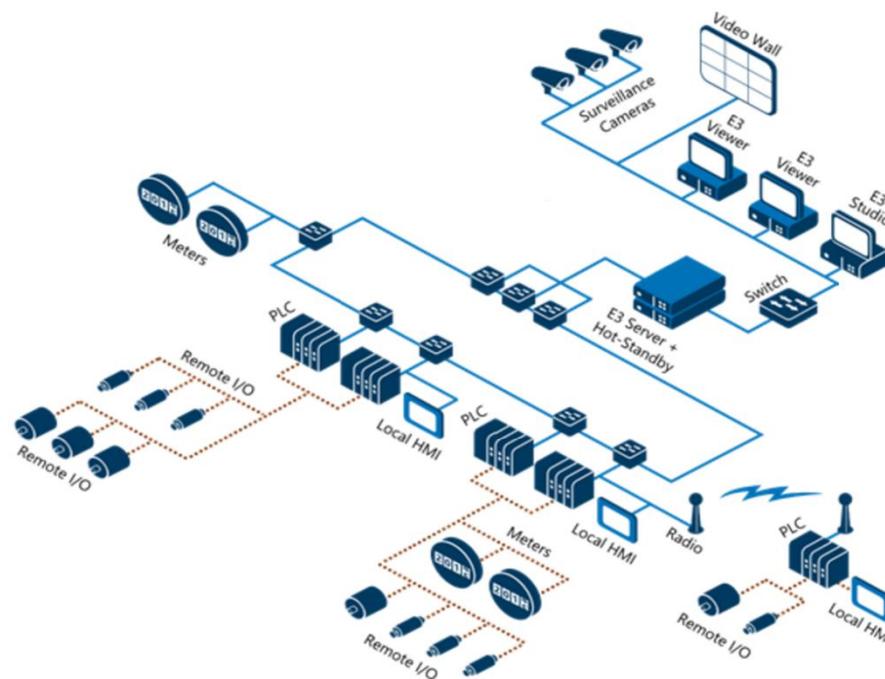
FIGURA 1 – Topologia SCADA



Fonte: Adaptado de GAO et al., (2014).

Existem vários sistemas SCADA para esse estudo, a ferramenta usada pela companhia é o Elipse E3. Essa ferramenta é dividida em módulos, o E3 Studio, que é a ferramenta de engenharia para desenvolvimento do sistema de controle de acordo com processo em que será aplicado, o E3 Server, em que a aplicação desenvolvida exerce suas funções, além de ter modo de redundância, que é chamado de E3 Hot-Standby, e o E3 Viewer, que é a interface de operação permitindo ao operador acessar aplicação instalada no servidor de qualquer ponto onde exista um módulo E3 Viewer configurado na fábrica (SOFTWARE, 2015). A Figura 2 demonstra a topologia do sistema SCADA Elipse E3.

FIGURA 2 – Topologia do Elipse E3



Fonte: Adaptado de “Elipse Software” (2015).

O Sistema ERP é definido como um software de gestão, que integra todos os conjuntos de aplicações, de forma modular e configurável, projetado para aperfeiçoar e integrar os processos de gestão (VALENTIN; VASILE, 2008). Segundo (HELO et al., 2014), o ERP pode ser definido como um sistema automático de interação das informações e dos processos e funções em uma corporação, resultando em uma malha fechada e funcional, integrando os sistemas de planejamento, execução e controle em tempo real que é centralizado em um banco de dados.

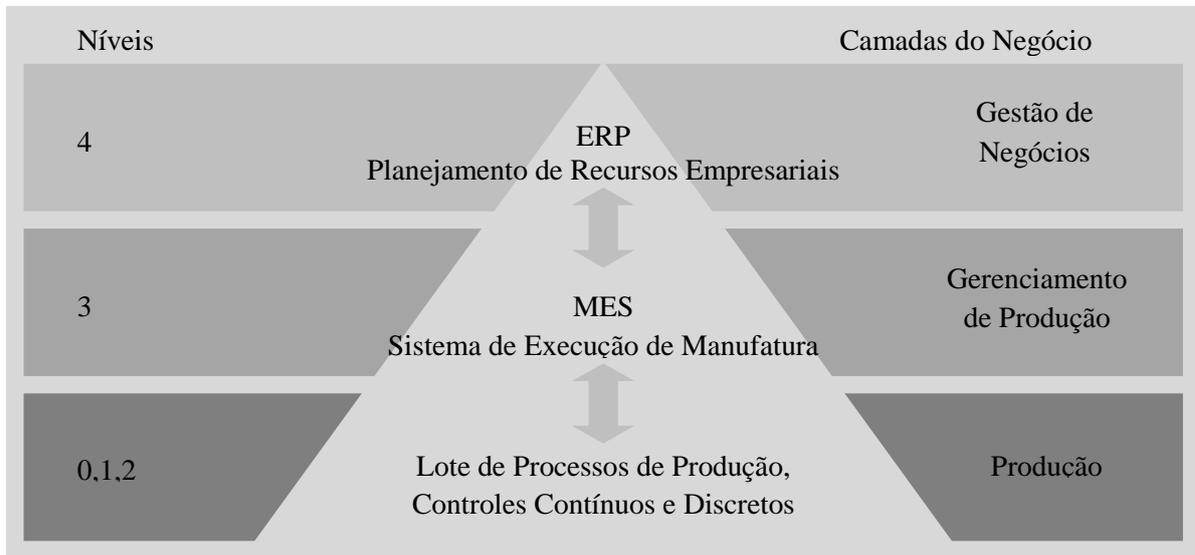
Essa integração forma um único banco de dados compartilhado por todos os componentes do ERP como, financeiro, recursos humanos, gestão de estoque, compras, etc. Atualmente, os sistemas ERP estão indo além, incorporando processos interorganizacionais,

como relação com o cliente, relação com fornecedores (VALENTIN; VASILE, 2008). Antes do ERP, as informações eram processadas por vários locais separados, dificultando a interação entre setores da corporação (HELO et al., 2014). Com o ERP, a organização melhorou o fluxo de informações, a coordenação, descentralização, flexibilidade e integração dos processos, tornando, assim, suas tomadas de decisões mais assertivas. Segundo (WESTON, 2003), o ERP também pode ser definido como um sistema.

Apesar de o ERP unir todas as informações geradas pelos setores e melhorar toda a gestão organizacional, o sistema se torna mais relevante para o nível de gestão empresarial. Já informações como controle do chão de fábrica não serão disponíveis para o grupo operacional, e são esses dados que influenciam no custo de fabricação (HELO et al., 2014).

O MES é um software usado para gerenciar o chão de fábrica, controlar matéria-prima usada, máquinas, rastrear produtos na linha de produção, gerenciar inventário e aperfeiçoar as atividades de produção. O MES carrega as ordens de produção liberadas no sistema ERP e programação de produção. Para esse compartilhamento de informação, os dois sistemas necessitam de uma fácil comunicação (HELO et al., 2014).

Nas organizações industriais existem cinco níveis hierárquicos em relação à automação, conforme mostra a Figura 3. Nos níveis 0, 1 e 2, estão os responsáveis pelo controle de processo no chão de fábrica, desde os CLPs, o Sistema SCADA, medidores de variáveis, máquinas, e etc. No nível 3, se encontra o MES, responsável por monitorar, executar e completar as atividades do nível 0, 1 e 2, como planejamento para manutenção, controle de produção e gestão de qualidade. Já no nível 4 é o ERP, que executa atividades, como financeiras, de compra e venda e de logística (MORARIU; BORANGIU; RAILEANU, 2015).

FIGURA 3 – Pirâmide da Automação Industrial

Fonte: Adaptado de (MEYER; FUCHS; THIEL, 2009).

Para troca de dados entre equipamentos e sistemas de diferentes fabricantes, usa-se o protocolo OPC (*Open Platform Communications – Comunicações de Plataforma Aberta*) Server. Este protocolo foi desenvolvido por vários fabricantes de software e hardware de controle e automação industrial, para que equipamentos e softwares conseguissem transmitir dados, alarmes, eventos e dados históricos por meio do protocolo OPC (IWANITZ; LANGE; BURKE, 2010; FERREIRA, 2012; STANDARD, 2016).

2.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE MILHO

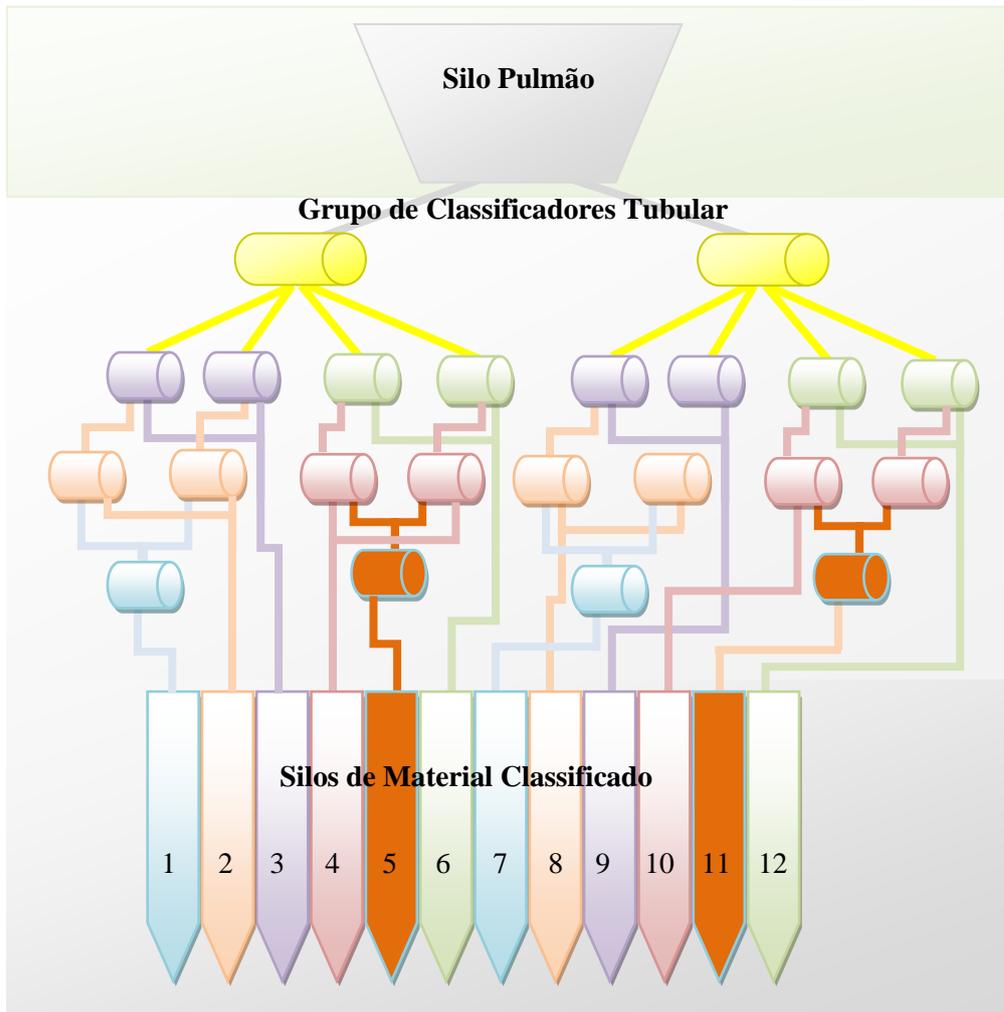
Na produção de sementes de milho, o produto tem acompanhamento desde os campos de plantio, onde se estipula o período correto do plantio até a colheita. O material é colhido com um teor de umidade entre 18 a 20% (MANTOVANI, 2010), e transportado para a UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes), o período de transporte deve conter um intervalo máximo de 18 horas, contando a partir da colheita no campo até o material chegar à fase de secagem, porque, se exceder o tempo limite, a semente perde sua qualidade de germinação. O material, ao chegar, faz a entrada pela balança que verifica o horário da colheita na ficha de registro e o direciona para o setor de descarga.

O produto descarregado passa pelo processo de despalha, em que é separada a palha das espigas de milho. A partir daí, o material segue para o sistema de secagem, onde fica até atingir uma umidade de 11,5 a 13%, o período de secagem é de até 60 horas. Depois de seco, o material é debulhado e armazenado nos silos de estocagem.

O material que está armazenado nos silos de estocagem será direcionado para a torre de classificação, onde os grãos serão selecionados por tamanho de peneiras e removidos os que apresentam defeitos físicos. O material classificado é separado e armazenado em silos menores, para que receba a aplicação de tratamento químico ou ser armazenados em *Big Bag*. Se o material classificado receber o tratamento químico, então deverá ser ensacado ou, caso seja envasado em *Big Bag*, esse material deverá ser armazenado em câmaras climatizadas até que se decida realizar o tratamento químico para ensacá-lo.

Os grupos de classificadores tubulares possuem uma rota fixa, conforme a Figura 4 exemplifica. O procedimento para fazer a limpeza e informar ao sistema SCADA que os silos foram limpos é realizado pelo operador. Nos silos de material classificado, o MES vai realizar um teste lógico de validação entre os silos de estocagem e os de material classificado, para verificar se o material da origem corresponde ao de destino ou se o destino se encontra vazio e com status de limpo. Assim, atendendo a uma dessas duas condições, o sistema poderá liberar o início do processo de classificação.

FIGURA 4 – Sistema de classificação por peneiras.



Fonte: Adaptado do processo produtivo da empresa em estudo (2016).

No processo de ensaue, as ordens que forem criadas no Nível 4 da Pirâmide da Automação Industrial, pelo Planejamento e PCP se encontrarão na fila, esperando a liberação do operador para que a mesma desça do Nível 3 para o Nível 2. Com a ordem de produção no Nível 2, o sistema SCADA faz uma verificação para garantir que o material do silo tratado corresponde ao solicitado na ordem de produção, se não corresponder, a ordem é devolvida do Nível 2 para o Nível 3 que informará ao Nível 4 que os materiais não correspondem. Com as condições lógicas atendidas, então se inicia o processo de ensaue onde a balança irá receber as informações de peso por saco e a IHM irá indicar ao operador qual o tamanho da sacaria a ser usada no processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de Sementes de Milho situada no Sudoeste Goiano, que produz sementes transgênicas e convencionais.

O Sistema MES foi implementado por uma integradora de sistemas de controle a partir da qual foi acompanhado o processo de integração do MES ao sistema de automação da planta que durou 18 meses. O MES usado foi o do fabricante SIEMENS o SIMATIC IT, que oferece várias funções preestabelecidas e configuráveis para ambientes de produção. A ferramenta SIMATIC IT foi escolhida para ser instalada, pois os CLPs da UBS são do fabricante SIEMENS, família S7-400, facilitando, assim, a troca de dados do MES com os controladores, pois ambos possuem o protocolo de comunicação proprietário da SIEMENS a rede PROFINET. Manteve-se o sistema SCADA existente na fábrica, o ELIPSE E3. Para o sistema MES realizar a troca de dados entre o sistema SCADA, será necessário usar o protocolo de comunicação OPC Server.

A empresa em estudo decidiu que o MES seria aplicado somente no setor de ensaque de sementes. As informações coletadas pelo MES estão sendo a partir dos silos de material classificado até o ensaque.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como a ferramenta MES foi aplicada somente na área de ensaque, então os dados coletados serão a partir da origem dos materiais a serem classificados, silos de estocagem ou materiais de transferência de outra unidade. Quanto às informações geradas pelo processo de classificação, não serão coletados, o que vai ser definido pelo MES é o destino do material que foi classificado, esse material poderá ter dois destinos, linha de *Big Bag* ou linha dos silos de material classificado.

Para que o Sistema SCADA e CLP, que se encontra em operação, realize as trocas de dados com o MES e realize verificações do processo, foi necessário fazer modificações na lógica de programação do Sistema SCADA e no CLP que controla toda a classificação e ensaque. Além das modificações lógicas, foi necessário fazer *upgrade* no CLP, pois o hardware existente não suportava as configurações que necessitava para executar o processo.

Todas essas modificações que foram realizadas não se encontravam no escopo do projeto original, o que acarretou em mais horas de desenvolvimento por parte da empresa integradora do sistema MES. Isso ocorreu devido ao sistema de automação e controle não ter sido desenvolvido pensando em integração com um sistema MES.

Mesmo sendo necessárias tais modificações, o MES se mostrou uma ferramenta eficiente para a realização de combinações de sementes transgênicas com sementes convencionais para então produzir o produto final, que é um saco de sementes com as sementes para criar o refúgio na lavoura. Porém, vale salientar que a ferramenta não foi aproveitada em todo o seu potencial, pois o MES poderia trabalhar não somente obtendo informações das sementes para realizar as combinações e controlar as ordens de produção para ensaque, mas também monitorando todo o chão de fábrica para poder gerar dados como taxa de produção por equipamento, realizar previsões de quebras ou fadigas e, dessa forma, diminuir as paradas por falhas ou identificando gargalos no processo produtivo.

No estudo realizado por Costábile (2006), foi apresentada a importância do MES como ferramenta para auxiliar no gerenciamento da produção, mostrando de que forma esse sistema pode auxiliar no gerenciamento do trabalho, da qualidade, do processo, da manutenção, dentre outras áreas que se relacionam diretamente com o chão de fábrica. Além disso, o autor também citou que o MES para a indústria farmacêutica, pode trazer benefícios como rastreabilidade do produto manufaturado e, na indústria alimentícia, facilita o gerenciamento de qualidade e o gerenciamento das receitas de produção. Por fim, foi mostrado, neste estudo, que a integração do MES é realizada sobrepondo-o ao sistema SCADA, de forma que este se responsabilize pela automação e controle dos equipamentos, para então transmitir as informações de controle do processo para o MES, que registra os dados referentes àquele lote produzido.

Assim, é evidente que o MES pode melhorar os resultados da empresa, pois ao obter informações em tempo real a respeito do processo, é possível corrigir as falhas na produção no que se refere aos limites de controle do processo, evitando, assim, a produção de lotes defeituosos e, conseqüentemente, reduzindo os custos associados ao retrabalho ou refugo de produto. Além disso, pode auxiliar no gerenciamento da mão de obra, identificando o tempo de execução das atividades pelos operadores, podendo determinar novas metas para redução do tempo de operação, aumentando a produtividade do setor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema MES trata-se de uma ferramenta muito útil para a indústria de manufatura, pois estabelece uma ligação em tempo real entre o controle de processo produtivo e planejamento estratégico melhorando a produção e auxiliando nas tomadas de decisões. Para que o sistema MÊS, realmente, realize todas as funções disponíveis, torna-se necessário realizar um estudo de todo o sistema já instalado na indústria, como levantamento dos equipamentos do chão de fábrica, verificação das informações que os equipamentos disponibilizam e protocolo de comunicação. Esse levantamento possibilita a determinação dos pontos do chão de fábrica que deverão sofrer modificações, como instalação de sensores de monitoramento das máquinas, instrumentos de medição entre outros dispositivos de instrumentação, para que o sistema SCADA consiga realizar a leitura de todas as informações geradas pelas máquinas.

Para o que foi proposto na instalação do sistema MES, pode-se dizer que o objetivo do trabalho foi atingido, pois o sistema consegue coletar os dados das sementes classificadas, armazenar as informações em uma base de dados, para realizar uma referência cruzada entre sementes convencionais com sementes transgênicas. O MES instalado foi destinado somente para gestão da produção de sementes até o ensaque.

REFERÊNCIAS

- ALOINI, D.; DULMIN, R.; MININNO, V. Modelling and assessing ERP project risks: A Petri Net approach. *European Journal of Operational Research*, v. 220, n. 2, p. 484–495, 2012.
- BARR, D.; FONASH, P. M. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems. *NCS Technical Information Bulletin 04-1*, n. October, p. 76, 2004.
- COSTÁBILE, L. T. MES- Sistemas de execução de manufatura como ferramenta de melhoria contínua. III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP CAMPUS GUARUJÁ, p. 13, 2006.
- Elipse Software. 2015. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br/produto/elipse-e3/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- EMBRAPA. Área de Refúgio. Jan. 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884142/1/Arearefugio.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- FERREIRA, A. Tornando a Educação Em Controle De Processos Mais Realista : a Utilização Do Protocolo Opc. XL CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM EMGENHARIA. Anais...Belém - PA: 2012Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104492.pdf>>. Acesso em:25 set. 2016.
- GAO, J.; LIU, J.; RAJAN, B.; NORI, R.; FU, B.; XIAO, Y.; LIANG, W.; PHILIP CHEN,C. L. SCADA communication and security issues. *Security and Communication Networks*, v. 7, n. 1, p. 175–194, 24 jan. 2014.
- GAUSHELL, DENNIS J., AND W. R. B. SCADA Communication Techniques and Standards *Ieee Journals & Magazines*, 1993.
- HELO, P. ; SUORSA, M. ; HAO, Y. ; ANUSSORNNITISARN, P. Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing. *Computers in Industry*, v. 65, n. 4, p. 646–656, 2014.
- IWANITZ, F.; LANGE, J.; BURKE, T. J. OPC (englischsprachige Ausgabe): From Data Access to Unified Architecture. 4. ed. [s.l.] Vde Verlag Gmbh, 2010.
- MANTOVANI, E. C. Cultivo do Milho. Set. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/colregula.htm>. Acesso em: 3 nov. 2016.
- MARDEGAN, R.; MARTINS, V.; OLIVEIRA, J. F. G. DE. Estudo da integração entre sistemas scada , mes e erp em empresas de manufatura discreta que utilizam processos de usinagem. *Dados*, p. 1–8, 2003.
- MEYER, H.; FUCHS, F.; THIEL, K. *Manufacturing Execution Systems Optimal Design, Planning, and Deployment*. [s.l.] New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto, 2009.

MORARIU, O.; BORANGIU, T.; RAILEANU, S. VMES: Virtualization aware manufacturing execution system. *Computers in Industry*, v. 67, p. 27–37, 2015.

OFFICE OF THE MANAGER NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems. *Technical Information Bulletin 04-1*, n. October, p. 76, 2004.

VALENTIN, D.; VASILE, F. L'Implantation De L'Erp: Facteurs Cles Du Succes Et Impacte Sur La Performance. *Annals of Faculty of Economics*, v. 4, n. 1, p. 135–1357, 2008.

WESTON, F. C. T. ERP II: The extended enterprise system. *Business Horizons*, v. 46, n. 6, p. 49–55, 2003.