

Gerenciamento Integrado da Manufatura Empregando Arquitetura Orientada a Serviços - GIMSOA¹

Roberto Alexandre Dias

Doutor Engenheiro Eletricista

Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial – IF-SC

roberto@ifsc.edu.br

Gregory Chagas da Costa Gomes

Graduando em Mecatrônica Industrial,

Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial – IF-SC

gregory.ifsc@gmail.com

Tiago Emanuel de Souza

Graduando em Sistemas Eletrônicos

Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos – IF-SC

tiagoemanoeldesouza@gmail.com

Resumo: Este artigo descreve o uso do paradigma da Arquitetura Orientada a Serviços (AOS) no gerenciamento de redes industriais, pelo uso de Serviços Web para supervisão e controle de processos industriais. Nesta abordagem foi implementado um emulador de máquina de envasamento de garrafas, utilizando um conjunto de Serviços Web. Protocolos abertos e padrão da Internet como HTTP, XML e SOAP, integrados a protocolos de comunicação industriais (ie. MODBUS e DeviceNET) foram usados.

Um aparato experimental foi feito para validação das funcionalidades. Os resultados obtidos mostram as facilidades de abstração do hardware para a implementação da aplicação. Outra vantagem da abordagem AOS é a facilidade de reconfiguração do sistema em caso de mudanças dos CLPs.

Palavras-chave: AOS, Redes Industriais, Serviços Web, CLP.

1 Introdução

É de suma importância para as empresas colher informações que possam alimentar Sistemas de Apoio à Decisão (SAD). Essas informações devem corresponder à realidade e estarem disponíveis a tempo das decisões serem tomadas (BISPO, 1998).

Nas empresas de manufatura, tais decisões são importantes não só para a área de produção, mas também de gerência, distribuição, vendas e manutenção. Através de um SAD, por exemplo, podem ser criadas projeções de distribuição e vendas através dos dados da produção. Ou, até mesmo, no sentido inverso, atuando diretamente na velocidade ou qualidade da produção.

Dessa forma, existem ferramentas denominadas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) que

fornecem suporte à aquisição de dados para alimentar os sistemas SAD e oferecem controle direto do chão de fábrica, focando mais na supervisão do processo industrial do que no controle.

Segundo SOUZA, SPIESS, et al., (2008), o principal problema é que essas tecnologias dependem que cada dispositivo tenha um controlador (driver) para se comunicar com um sistema de banco de dados. Esse driver fornece informações para a comunicação de um dispositivo com determinado sistema, tornando essas tecnologias limitadas aos sistemas suportados pelo driver e a dispositivos ou soluções que suportem a conectividade entre o dispositivo e o banco de dados.

Dentro desse contexto surge, a necessidade de uma tecnologia que propicie a integração das informações de chão de fábrica com os sistemas de informação gerencial de forma direta e transparente, independente de plataforma. Para este fim, neste trabalho foi empregada a Arquitetura

¹ RTC, Florianópolis, SC, v.02, nº 01, p.76-82, 2010

Orientada a Serviços - AOS (ou Service-oriented architecture – SOA) que, conforme Papazoglou (2003, p. 3, tradução nossa), “é uma caracterização de sistemas distribuídos, em que as funcionalidades do sistema são expostas via descrição de uma interface, permitindo a publicação, localização e a invocação por meio de um formato padronizado”.

AAOS tem por maior objetivo a capacidade de conectar uma ampla variedade de sistemas sem uso de programas proprietários, a fim de alcançar a interoperabilidade verdadeiramente aberta. AOS por si só é somente um conceito; imaginam-se dois programas que foram escritos em diferentes linguagens de programação e em sistemas operacionais diferentes. AOS vem para facilitar a integração destas aplicações pela adoção de uma arquitetura aberta e independente de plataforma.

Como resultado de um trabalho de conclusão de curso integrado a um projeto de iniciação científica foram empregados os conceitos de AOS para implementação de um aparato experimental que consiste de um simulador de um processo de envasamento de bebidas controlado por um CLP e gerenciado remotamente via Internet empregando tecnologia de Serviços Web para integrar o chão de fábrica, através de protocolo de comunicação Modbus, com a rede corporativa, através de protocolos padrão da Internet como o XML, SOAP e HTTP. Este aparato é usado para demonstrar em sala de aula o funcionamento e análise destes protocolos aplicados à gestão de redes industriais.

2 Arquitetura orientada a serviços

A Arquitetura Orientada a serviços (AOS) define uma interação entre agentes de software como uma troca de mensagens entre os solicitantes de serviços (clientes) e os provedores de serviços. Os clientes são agentes de software que solicitam a execução de um serviço. Os provedores são agentes de software que fornecem o serviço. Os provedores são responsáveis pela publicação de uma descrição do serviço que eles fornecem. Os clientes devem poder encontrar a descrição dos serviços de que necessitam nos registradores de serviços e devem ser capazes de realizar requisições nos provedores de serviços. A Figura 1 mostra o modelo básico da AOS.

Um dos middlewares para implementação de AOS são os chamados Serviços Web, largamente empregados para integração de aplicações através da Internet.



Figura 1 – Modelo básico da AOS (PAPAZOGLU, 2003).

3 Serviços Web

Conforme PAPAZOGLU, “a Arquitetura Orientada a Serviços é uma caracterização de sistemas distribuídos, em que as funcionalidades do sistema são expostas via descrição de uma interface, permitindo a publicação, localização e a invocação por meio de um formato padronizado” (PAPAZOGLU, 2003). Neste sentido, tem por maior objetivo a capacidade de conectar uma ampla variedade de sistemas sem uso de programas proprietários, a fim de alcançar a interoperabilidade verdadeiramente aberta. AOS por si só é somente um conceito. Imaginam-se dois programas que foram escritos em diferentes linguagens de programação e em sistemas operacionais diferentes. Os Serviços Web, que é uma implementação apoiada nos conceitos de AOS, tornaram possíveis a criação de ligações operacionais entre programas distintos usando uma linguagem comum, conhecida como Extensible Markup Language (XML).

Os SW são serviços disponíveis através da Internet, usando um sistema padrão XML para troca de mensagens, independente do tipo de sistema operacional ou linguagem de programação (CERAMI, 2002). Proposto inicialmente pela Microsoft, adotado e regulamentado pela The World Wide Web Consortium (W3C), os SW fornecem padrões abertos a comunicação entre aplicações de diferentes plataformas.

É possível encontrar várias definições para Serviços Web, mas todas elas terão os seguintes itens em comum: (i) troca de mensagens: eles disponibilizam suas funções através de um protocolo padrão da internet, como o HTTP ou o SMTP e na maioria dos casos é usado o Simple Object Access Protocol (SOAP) sobre eles; (ii) auto-descrição: os Serviços Web fornecem uma descrição completa dos seus serviços e como os usuários poderão criar aplicações para interagir com eles através da Web Services Description Language (WSDL) e (iii) a auto-descoberta onde os SW são registrados para que os potenciais usuários possam

achá-los. Este serviço de registro é chamado de Universal Discovery Description and Integration (UDDI).

4 Supervisão e controle de CLPs empregando AOS

Este trabalho mostra a experiência do grupo de pesquisa Núcleo de Engenharia de Redes e Sistemas Distribuídos (NERsD) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) no emprego de AOS e Serviços Web no gerenciamento de dispositivos empregados no controle de processos industriais.

A abordagem deste projeto torna fácil a simulação e controle de um CLP e suas tarefas, pois a Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) vem de encontro às tecnologias empregadas atualmente no setor industrial além de ser atualmente um nicho de mercado em evolução. Isso acontece porque o conceito de SOA veio para tornar as aplicações interoperáveis independentemente de plataforma, fabricante ou protocolo.

Alguns dos pontos de destaque do emprego de SOA na didática de CPL ou Redes Industriais são:

- Liberdade na criação do cenário de implementação;
- Possibilidade de controle via Web;
- Facilidade de comunicação CLP < > Aplicação;
- Aprendizado na prática de protocolos industriais como o MODBUS.

Os experimentos desenvolvidos permitiram demonstrar “ao vivo” o funcionamento de protocolos industriais como o MODBUS, através do desenvolvimento de um Serviço Web - Comunicador MODBUS, que traduz requisições de comandos para um CLP, escritas em linguagem de alto nível para o padrão MODBUS.

Além disso, os experimentos permitiram demonstrar o processo de criação, publicação e divulgação de serviços Web, bem como a criação de aplicações cliente para consumo destes serviços.

No desenvolvimento dos experimentos, demonstrações e testes, foram empregados diversos CLPs comerciais, fabricados pelas empresas Koyo, Atos e Schneider. Para o desenvolvimento dos serviços Web e aplicações foi utilizada a linguagem Ladder nos CLPs, linguagem C# .NET sobre plataforma de desenvolvimento Visual Studio 2008 da Microsoft.

Uma contribuição importante ao desenvolvimento da pesquisa foi o uso de uma interface analógica/digital

para emulação de circuitos de entrada e saída dos CLPs, minimizando erros de conexão e diminuindo o desgaste das conexões do CLP. Esta interface permite simular entradas e saídas digitais através de chaves e botões, simulando sensores. Além disso, a interface dispõe de simulação de entradas analógicas a partir de potenciômetros. Disponibiliza, ainda, alimentação estabilizada de 24 volts e conectorização para processos externos através de tomadas compatíveis com pinos “banana”, facilitando o uso pelos alunos, sem a necessidade de cabos onerosos e proprietários dos CLPs. A figura 2 mostra a foto desta interface.

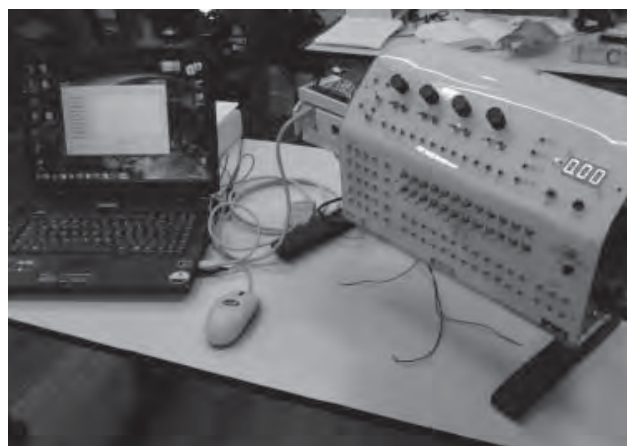


Figura 2 – Interface física de interconexão do CLP.

5 Solução proposta

A fim de validar a proposta de gerenciamento de processos industriais empregando Serviços Web e AOS foi implementado um protótipo de emulador de uma célula de manufatura de envasamento de bebidas. O protótipo consiste de um simulador de esteira rolante que conduz a garrafa vazia da admissão da garrafa (início do processo), posicionamento da garrafa sob a válvula injetora de bebida, temporização/ou detecção do nível de líquido armazenado na garrafa, encaminhamento da garrafa cheia para um pallet de armazenamento, detecção e contabilização das garrafas armazenadas no pallet, alarme de pallet cheio para despacho manual pelo operador. O sistema permite a contabilização dos itens produzidos ao longo do tempo.

O emprego de Serviços Web e AOS no gerenciamento deste processo permite a integração do gerenciamento do chão de fábrica à rede corporativa de forma transparente, propiciando o atendimento das seguintes funcionalidades:

- Ações de configuração e reconfiguração automática do processo a partir de aplicações escritas em linguagem de alto nível como o C#.

Entre estas ações podemos citar: (i) configuração remota da capacidade das garrafas e quantidades de garrafas por pallet, sem a necessidade de reprogramação LADDER do CLP;

- Ações de auto-descoberta do CLP em caso de substituição por outro de modelo ou marca diferentes. A partir desta funcionalidade, a substituição de um CLP por outro modelo é detectada automaticamente por um serviço de descoberta, que selecionará automaticamente o conjunto de comandos MODBUS compatíveis com o novo modelo, através de um serviço Web apropriado. Desta forma, a aplicação final de gerenciamento não precisa ser modificada, tornando a substituição transparente para a mesma;
- Integração transparente das informações de contabilidade de produção, falhas colhidas no chão de fábrica diretamente com os sistemas corporativos de informação gerencial, através de protocolos padrão da Web (XML/HTTP/SOAP).

A partir destas funcionalidades, um desenvolvedor

de aplicações corporativas, como um profissional da área de Tecnologia da Informação, sem maiores conhecimentos de CLPs e redes industriais, poderiam criar em uma linguagem de alto nível aplicações de gerenciamento de processos industriais. Além disso, os Serviços Web substituem os drivers proprietários, necessários em sistemas SCADA.

O modelo de gerenciamento de processos industriais, empregando AOS é representado pelo figura 3.

Neste modelo, o processo industrial é controlado e conectado às entradas e saídas de um CLP. No CLP é armazenado e executado um programa que controla o processo, escrito em uma linguagem específica, como o LADDER.

No programa em LADDER rodando no CLP foram reservados alguns registradores para o acesso via MODBUS, que são encarregados pela re-parametrização do volume da garrafa e da capacidade do pallet. Transparente para o usuário, a aplicação cliente envia em formato XML para o Serviço Web de comunicação serial, o qual está diretamente conectado ao CLP, uma mensagem no padrão MODBUS RTU.

Um exemplo de mensagem que muda a capacidade do pallet está ilustrada tabela 1:

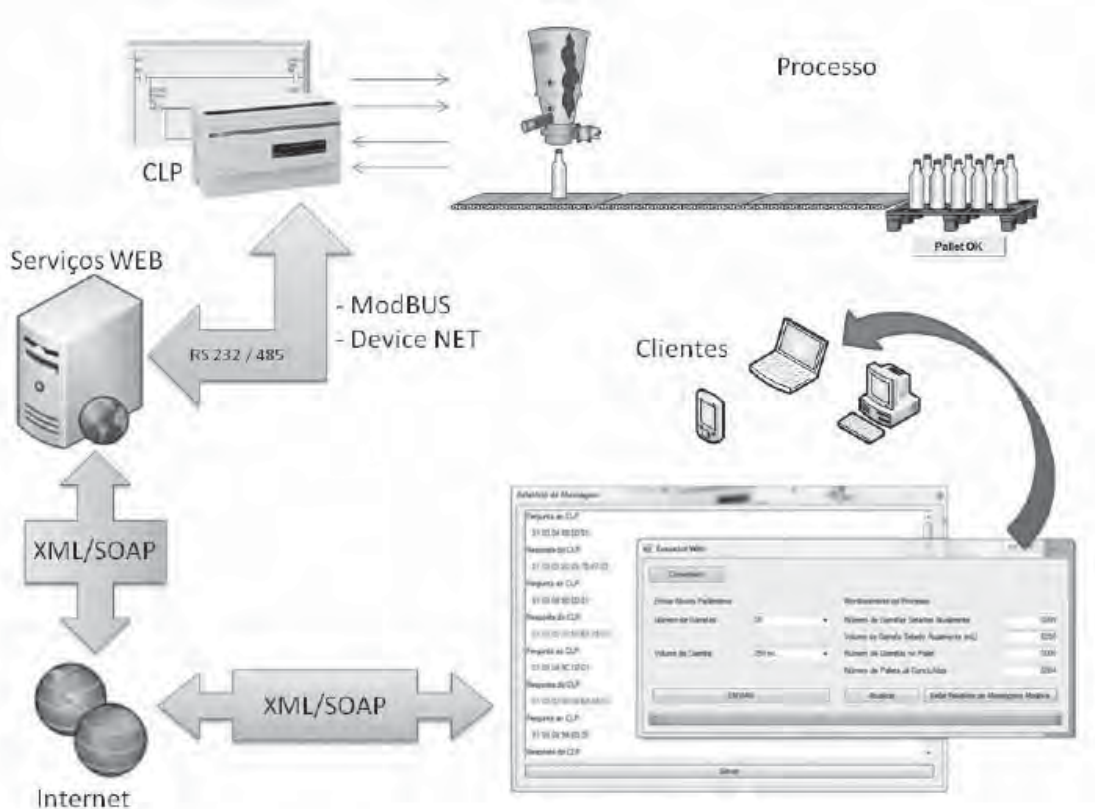


Figura 3 – Modelo do Sistema Proposto

Tabela 1: Exemplo de mensagem MODBUS RTU.

Especificação	Endereço	Função	Endereço HI	Endereço LOW	DATA HI	DATA LOW	CRC	CRC
Byte Hexadecimal	0x01	0x06	0x04	0x94	0x00	0x10	0xDA	0xC8

O hexadecimal 0x06 na especificação do protocolo MODBUS representa a função Preset Single Register. A mensagem acima envia, então, ao registrador 0x0494 o dado 0x0010. O dado enviado é o parâmetro da capacidade do pallet que deveria ser alterada.

As funcionalidades descritas anteriormente podem ser executadas por uma aplicação remota, executada em um computador pessoal, PDA ou SMARTPHONE que se comunica com um conjunto de Serviços Web (rodando em um computador pessoal ou industrial). A comunicação da aplicação remota se dá através da rede local (ou intranet) da empresa usando protocolos abertos da arquitetura TCP/IP como o HTTP e o SOAP (que emprega notação XML). Os Serviços Web, por sua vez interagem como CLP através de uma rede industrial, empregando protocolos padronizados como o MODBUS ou DEVICENET. Para tanto devem ser implementados Serviços Web de comunicação (MODBUS ou

DEVICENET) como comandos compatíveis com cada marca/ modelo de CLP suportado para controlar o processo.

A figura 4 mostra um diagrama de funcionamento do protótipo implementado.

O processo começa com o motor ligado sinalizado pelo led do motor (LM), que gira até a garrafa atingir o sensor da válvula (SV). Com o motor parado, é aberta a válvula (LV) durante um tempo pré-programado no temporizador de válvula (TV). O tempo em TV é o que define a quantidade de líquido a ser carregado na garrafa. Quando o temporizador alcançar o valor esperado, a válvula será fechada e o motor continuará girando até o sensor da caixa (SC), o que indica que a garrafa está dentro da caixa. Por último quando a última garrafa for colocada na caixa será ativado o led da caixa (LC), que indica que caixa está cheia.

A figura 5 mostra o aparato montado para avaliar as funcionalidades do protótipo. Ela consiste de um CLP, leds e sensores.

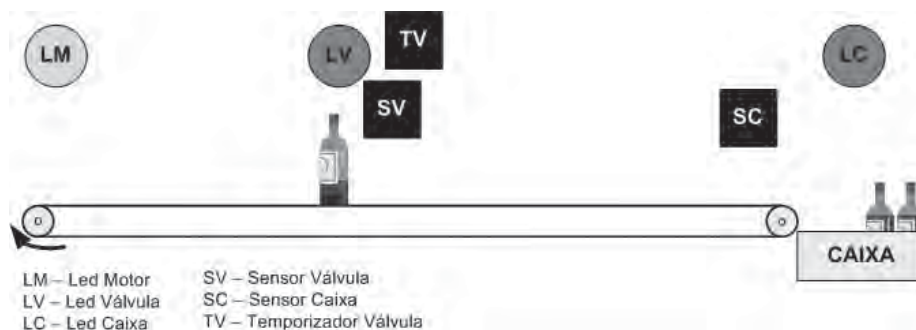


Figura 4 – Diagrama de funcionamento do protótipo da envasadora de garrafas

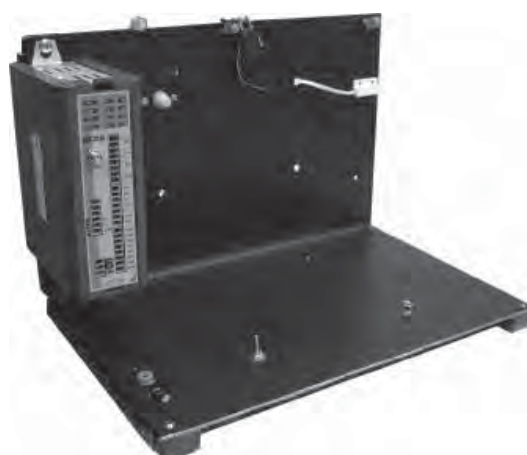


Figura 5 – Aparato experimental montado para validar o modelo proposto.

6 Considerações finais

O presente trabalho descreve a implementação de um protótipo de emulador de sistema de envasamento de garrafas com gerenciamento remoto através de Serviços Web, dentro do paradigma de AOS. Esta abordagem favorece a integração do gerenciamento do chão de fábrica com os sistemas corporativos de apoio a decisão.

A principal vantagem da abordagem é a possibilidade do desenvolvimento de aplicações de gerenciamento em notação de alto nível, abstraindo-se os detalhes de implementação dos programas no CLPs e detalhes da rede industrial. Com isto, profissionais de tecnologia de informação são capazes de desenvolver as aplicações de supervisão eo controle de processos industriais.

Outro fator importante é a capacidade de reconfiguração automática e transparente no caso da necessidade de substituição de CLPs de modelos diferentes, onde a mudança é detectada e processada sem a necessidade de modificação da aplicação final.

Dentre as principais dificuldades enfrentadas, pode-se citar a ausência de documentação técnica relacionada a implementação do protocolo MODBUS nos CLPs estudados. Na maioria dos casos é fornecido um driver MODBUS para funcionamento com ferramentas SCADA, sem descrição do seu funcionamento interno.

Como proposta de trabalhos futuros, está o estudo de arquiteturas de implementação de serviços Web em sistemas embarcados, como a nova tecnologia DPWS (Device Profile for Web Services), permitindo o desenvolvimento de um CLP incorporando a comunicação e gerenciamento remoto através do paradigma AOS. Neste sentido estão em andamento um trabalho de conclusão de curso de graduação e um trabalho de mestrado de alunos ligado ao grupo de pesquisa.

7 Referências bibliográficas

BISPO, C. A. F. Uma Análise da Nova Geração de Sistemas de Apoio à Decisão. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 160. 1998.

CÂNDIDO, R. V. B. Padrão OPC: Uma Alternativa de Substituição dos Drivers Proprietários para Acessar Dados de PLCs. Universidade Fumec. Belo Horizonte, p. 51. 2004.

CERAMI, E. Web Services Essentials. 1ª Edição. ed. Sebastopol: O'Reilly & Associates, v. I, 2002. 288 p. ISBN ISBN: 0-596-00224-6.

COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T. Sistemas Distribuídos - Conceitos e Projeto. 4ª Edição. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

FILHO, F. S. D. L. Gerência de Informação de Processos Industriais Usando Web Service. CEFET-RN. Natal (RN), p. 53. 2005. Disponível em: <http://www.cefetrn.br/~ajdsouza/tcc/Monografia_TCC_CLP2WEB.pdf> Acesso em: 14 Junho 2010.

FONSECA, M. D. O. Comunicação OPC – Uma abordagem prática. VI Seminário de Automação de Processos - Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Vitória (ES), 9-10 Outubro 2002. 12.

GTA / UFRJ. Tutorial sobre CORBA, 2010. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/00_2/corba/>. Acesso em: 10 Maio 2010.

HENNING, M. The Rise and Fall of Corba. ACM QUEUE, New York, v. 4, n. 5, p. 28-34, June 2006. ISSN 1542-7730.

KAPSALIS, V. et al. Architecture for Web-based services integration. The 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IEEE-IECON'03), Virginia, November 2003. 866-871. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.4.9589&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 28 Junho 2010.

MICROSOFT CORPORATION. DCOM Technical Overview. MSDN Library, 1996. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms809340.aspx>> Acesso em: 20 Abril 2010.

NARDI, A. R. Componentes CORBA. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 159. 2003.

OMG. CORBA® BASICS, 2009. Disponível em: <<http://www.omg.org/gettingstarted/corbafaq.htm>>. Acesso em: 11 Maio 2010.

PAPAZOGLU, M. P. Service-Oriented Computing: Concepts, Characteristics and Directions. Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE'03), Roma, 10 Dezembro 2003. 10. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.77.6394&rep=rep1&type=pdf>> Acesso em: 14 Junho 2010.

SOUZA, L. M. S. D. et al. SOCRADES: A web service based shop floor integration infrastructure. Proc. of the Internet of Things (IOT 2008), Springer, 2008. Disponível em: <<http://people.inf.ethz.ch/mkoehler/papers/IoT08.pdf>> Acesso em: 14 Junho 2010.

VINOSKI, S. CORBA: Integrating Diverse Applications Within Distributed Heterogeneous Environments. IONA Technologies, Inc. Cambridge, p. 12. 1997. (IEEE 02138).