

# SAVANT-2 E EPCIS-2 APLICADOS EM BIBLIOTECAS INFORMADAS BASEADAS EM REDES DE PETRI E RFID

RODRIGO C. CHEN

*Design Lab, Mechatronic Department, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Mello Moraes, 2231, São Paulo, SP, Brazil  
E-mail: rodrigo@ideiatech.com.br*

JOSÉ J.P.Z.S. TAVARES, JOSÉ R. SILVA

*Design Lab, Mechatronic Department, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Mello Moraes, 2231, São Paulo, SP, Brazil  
E-mails: jean@ideiatch.com.br, reinaldo@usp.br*

**Abstract**— The informed automation processes, in which the information flow and storage are essential to the business process, providing visibility, quality control, error recovering, traceability and the track of anomalous occurrences. In such processes the capture of the proper pieces of information is a key point to the automation process, observing the mission assigned to the system. This paper present a case-study of a heap library service, treating the information with RFID (Radio Frequency Identification), reusing the intermediary system SAVANT-2 and a database to the target storage.

**Keywords**— Informed Library, RFID, Petri Nets, SAVANT-2, EPCIS-2, EPC Network

**Resumo**— Os processos informados de automação, isto é, onde o fluxo e armazenagem de informação são determinantes para o processo de negócio (PN), trazem a visibilidade do conjunto além de servir para verificação de qualidade, recuperação de erros, rastreabilidade de ocorrências anômalas, etc. Neste artigo, aborda-se em especial um tratamento onde a internacionalização do acesso aos dados (sistema EPCIS) passa por um elemento de captura e distribuição local, chamado SAVANT-2, que acaba por ser o elemento chave para o controle do fluxo e para o desenvolvimento dos projetos. As informações são capturadas por leitores de RFID, e não em código de barras como é feito convencionalmente.

**Palavras-chave**— Biblioteca Informada, RFID, Redes de Petri, SAVANT-2, EPCIS-2, Rede EPC

## 1 Introduction

Existe muita especulação sobre a Rede EPC (Traub et al. 2005), uma rede de informação baseada na tecnologia de RFID (*Radio Frequency Identification*). Entretanto, essa tecnologia de identificação não está retornando os altos investimentos que empresas têm aplicado em suas soluções devido à falta de integração desta tecnologia nos seus processos e a simples troca de tecnologias de AUTO-ID (Identificação Automática) (Finkenzeller 2003), como apresentado na Figura 1.

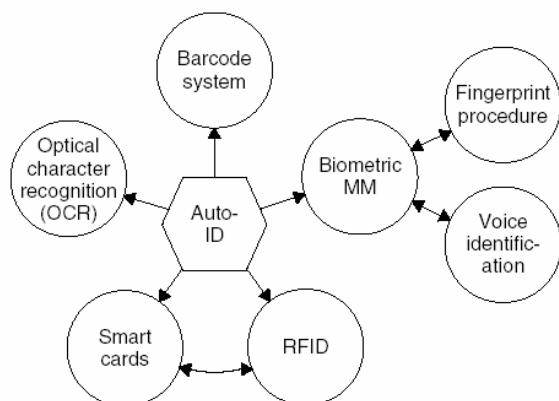


Figure 1. Auto-ID technology (Finkenzeller 2003)

Empresas têm meramente substituído o uso de código de barras por RFID, uma tecnologia mais cara e mais complexa. Logicamente que o retorno deste investimento está sendo mínimo. A tecnologia de identificação por rádio frequência deve, visto a captura / identificação automática de dados sem visibilidade em ranges de maior leitura, a confiabilidade e a velocidade de leitura e os dados armazenados nos produtos, estar alinhada ao processo e ao negócio da empresa, isto é, deve-se utilizar a identificação automática para agilizar a captura de dados, mas principalmente, deve-se ter uma mudança no sistema informacional para tratamento destas informações de modo a gerar visibilidade do negócio.

Este artigo mostra um caso de uso da tecnologia de RFID em bibliotecas, utilizando tal tecnologia não somente para identificar livros ou obras, mas principalmente, utilizar as informações das *tags* das obras para comparar as ocorrências reais com o processo previamente modelado e detectar inconsistências.

## 2 RFID

O RFID (Radio Frequency Identification ou Identificação por Rádio Frequência) é meramente um termo mais recente para um conjunto de técnicas de

sensoriamento que existe há pelo menos 60 anos. O primeiro uso comumente aceito da tecnologia relacionada ao RFID ocorreu durante a segunda guerra mundial, quando os britânicos instalaram transponders (transmissor com identificação de ressonância) em suas aeronaves de forma estas, quando interrogadas, conseguiam responder com um sinal de identificação apropriado. Esta tecnologia não permitia uma identificação unívoca da aeronave, mas era o suficiente para distingui-la dos aviões inimigos (Eagle 2002).

Podemos esclarecer de forma macro o princípio de funcionamento do RFID como um conjunto de leitoras e *tags*. Leitores são equipamentos que podem emitir sinais magnéticos afim de energizar uma ou mais *tags*, coletam automaticamente os dados da *tag* (EPC) e os transferem do mundo físico para os Sistemas de Informação ou SI. Esses “leitores” também podem gravar dados nas *tags*, além de possuir filtros simples para redução do número de dados coletados, conforme a necessidade da operação (Price et al.2003). De maneira resumida, uma *tag* ou etiqueta inteligente refere-se a uma família de técnicas que transferem dados entre o objeto etiquetado e leitores eletrônicos pelo ar (“sem fio”, *wireless*). Quando acoplados com uma rede de leitores, é possível rastrear continuamente objetos físicos identificados.

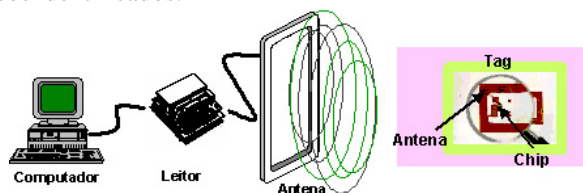


Figure 2. Princípio de funcionamento do RFID (Dos Santos 2005)

### 3 Rede EPC

O EPCglobal está liderando o desenvolvimento de padrões relativos ao EPC, baseados na identificação inequívoca de itens individuais. As principais atribuições desta rede são:

- Identificação unívoca de itens, viabilizado pelo código EPC (Electronic Product Code)
- Detecção da presença e identidade dos itens, realizada através da tecnologia RFID – (Radio Frequency Identification);
- Representação das características e movimentos dos itens, realizada através do PML – (Physical Markup Language);
- Armazenamento das características e movimentos dos itens, realizado através do EPCIS – (EPC Information Service);
- Captura ordenada dos dados oriundos das antenas, viabilizado pelo middleware Savant ou EPC Middleware;
- Busca de informações dentro da rede, realizado pelo ONS (Object Name Service).

A rede EPC captura e disponibiliza (pela internet e por solicitações autorizadas) outras informações que pertençam a um dado item para solicitantes previamente autorizados (EpcTagData, 2004). Essa rede desenvolveu uma estrutura inteligente, que integra os objetos físicos aos sistemas de informações e pessoas relacionadas automaticamente e sincronizadamente (Clark et al., 2003). Um esquema da rede EPC está apresentado na Figura 3.

Como descrito em (Mcfarlane, 2003) e mais tarde, aprimorado em (Kim; Cheong, 2004), a arquitetura da rede EPC apresenta como principais componentes:

- Uma Tag ou etiqueta inteligente, capaz de armazenar um número de identificação único (através de um chip interno) atrelada ao produto e comunicar esse número por meio de um sistema de comunicação por RFID;
- Leitores de RFID conectados e sistema de processamento de dados capaz de coletar sinais de múltiplas Tags em alta velocidade, pré-processando os dados de forma a eliminar duplicações e erros de leitura;
- Um ou mais bancos de dados conectados armazenando informações relacionadas aos produtos (dados básicos, histórico para rastreabilidade, instruções de processamento) cujas referências são unicamente atreladas ao número de identificação do produto.
- Um Serviço de Informação EPC, associado ao ONS (Object Naming Server) - um servidor de nomes de objetos.
- ALE (Application Level Events), interface do EPC Middleware ou SAVANT com o EPCIS. (Traub et al., 2004)
- EPC Middleware para reduzir (filtrar) o volume de dados provenientes das várias fontes, como os leitores RFID, e rotear os eventos de interesse de cada aplicação.

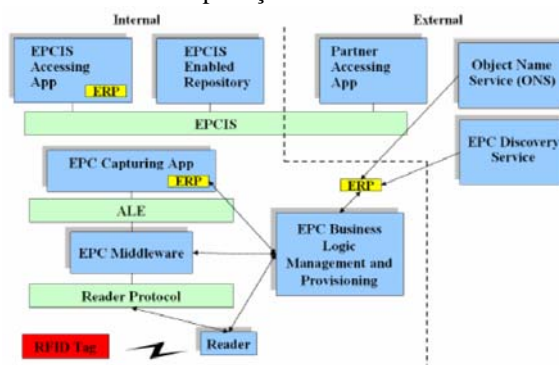


Figure 3. Rede EPC (Mealling 2004)

A Rede EPC deve ser utilizada quando se trata de uma rede de bibliotecas que devem trocar informações entre si, como uma obra de uma biblioteca poder ser devolvida em outra biblioteca.

#### 4 EPCIS-2 e SAVANT-2

Neste trabalho, é apresentado uma nova categoria de EPC Middleware e EPCIS, na qual chamamos SAVANT-2 e EPCIS-2 (Tavares et al. 2006). Suas funções diferem da descrição original do EPC Middleware e EPCIS (associado para coletar, agregar e filtrar a informação de um grande número de produtos com etiquetas RFID) no negócio com a informação do processo e seu contexto, armazenado em Redes de Petri.

A Figura 4 mostra a arquitetura da biblioteca informada, na qual possui seus processos de empréstimo e devolução mapeados em Redes de Petri e os respectivos SAVANT-2 para análise.

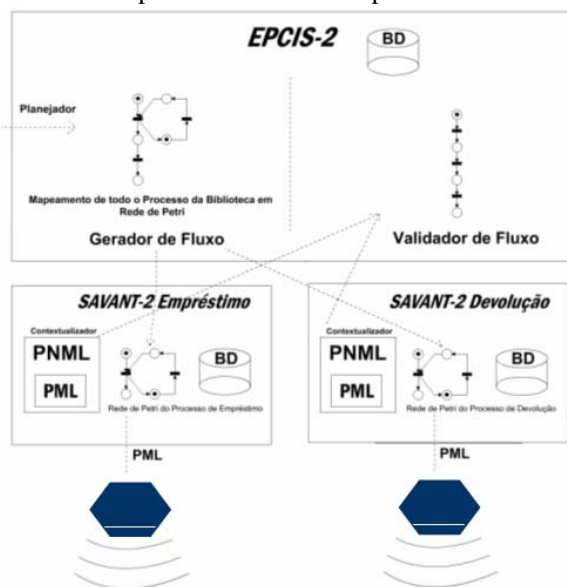


Figure 4. Arquitetura SAVANT-2 e EPCIS-2

O ator Planejador representa a interface de inserção do fluxo geral de atividades da biblioteca mapeadas em rede de Petri. O módulo Gerador de Fluxo do EPCIS-2 separa as atividades relacionadas a cada processo da biblioteca (empréstimo ou devolução) e gera o fluxo de cada processo mapeado em PNML (Representação de Rede de Petri em linguagem marcada) ao módulo Contextualizador do SAVANT-2 que, através das informações PML (*Physical Markup Language*) originadas dos leitores, contextualiza as informações em PNML e repassa para os módulos Verificador de Eventos do SAVANT-2 e Validador de Fluxo do EPCIS-2, conforme Figura 5.

Uma vez conhecido a informação do processo e o padrão do produto, é possível desempenhar um meio mais eficiente de diagnosticar eventos atípicos que precisam ser armazenados e/ou transmitidos para outros sistemas informacionais de maior hierarquia. Uma análise preliminar dos dados capturados é realizada para verificar se os mesmos pertencem a uma sequência atípica. Se não, os dados podem ser descartados, em caso contrário, devem ser armazenados em uma base de histórico para posterior uso em análise e rastreabilidade do processo.

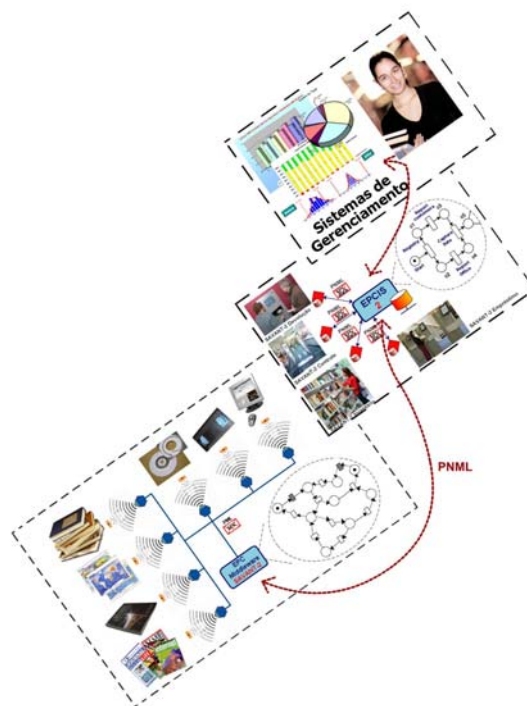


Figure 5. SAVANT-2 e EPCIS-2 e a sua atuação dentro da hierarquia dos sistemas verticais

#### 5 Biblioteca Informada

Para apresentar como o EPCIS-2 e o SAVANT-2 funcionam, este artigo apresenta um estudo de caso de um sistema de gerenciamento de bibliotecas chamado SGB.

O SGB, Sistema de Gerenciamento de Bibliotecas, foi desenvolvido para dar autonomia aos processos da biblioteca, provendo segurança ao acervo, mas disponibilizando-o a comunidade, de forma eficiente e democrática. O SGB tem 2 módulos internos, SAVANT-2 de empréstimo e SAVANT-2 de devolução, no qual foi descrito as etapas dos processos de empréstimo e devolução, respectivamente, para identificar e analisar as exceções do processo previamente mapeado, criando a possibilidade de um terminal de auto-atendimento inteligente para os usuários da biblioteca de Engenharia Mecânica e Naval da Escola Politécnica da USP. A Figura 6 mostra um histórico de estados de uma obra e a exceção analisada pelo SAVANT-2 de devolução, onde uma obra em estado disponível foi devolvida. Somente obras em estado emprestado podem ser devolvidas. Este caso pode ocorrer se um usuário retirar um livro do acervo e depositá-lo no terminal de auto-devolução.

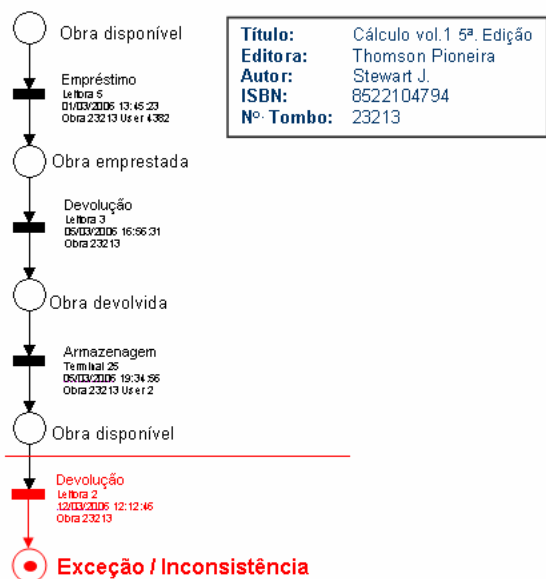


Figure 6. Representação em Rede de Petri do histórico da obra

Em uma biblioteca, existe 3 tipos gerais de usuários, estudantes, professores e visitantes. Cada um com diferentes privilégios como dias e número de obras para empréstimo. Lembramos que mais especificamente, ainda existe distinção entre usuários estudantes como de graduação e pós-graduação.

Existe também, 3 tipos de auto-serviços nas bibliotecas, isto é, serviços que podem ser propriamente realizados por usuários autores: reserva, empréstimo e devolução. Cada auto-serviço é conectado um com o outro. Se existe uma reserva, a obra somente deve ser emprestada para o usuário que fez a reserva. Se uma obra foi devolvida, os dados devem ser atualizados e precisa-se checar se existe alguma multa ou suspensão visto a data de empréstimo. Da mesma forma, se existe qualquer reserva e uma obra foi devolvida antes da data prevista limite de devolução, o usuário que está esperando pela obra precisa ser contatado. Os SAVANTS-2 de devolução e empréstimo devem avaliar, cada qual em seu processo, as ocorrências mencionadas acima e tratar as possíveis inconsistências.

A Figura 7 mostra os processos em Redes de Petri dos 3 tipos de auto-serviços, devendo o SAVANT-2 analisar se as ocorrências reais / físicas ocorridas estão de acordo com as ocorrências planejadas.

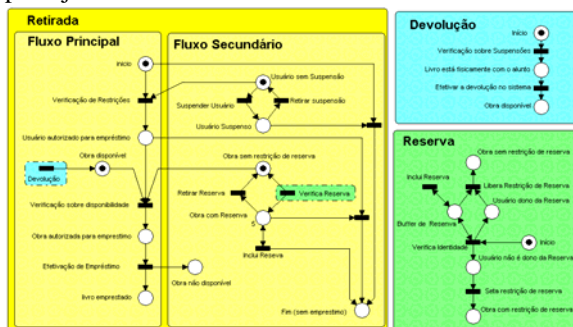


Figure 7. Rede de Petri dos Processos da Biblioteca Informada de empréstimo, devolução e reserva de obras

Vamos também mencionar aqui, os 2 tipos de autores: pesquisador (que procura por obras através do sistema de biblioteca) e bibliotecário. A Figura 8 apresenta o diagrama de caso de usuários do SGB.

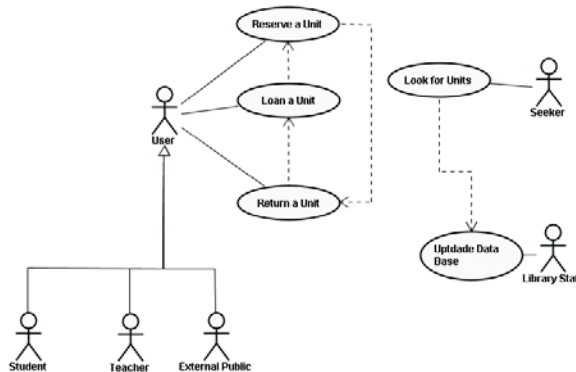


Figure 8. Diagrama Simplificado de Casos de Uso do SGB (Chen et al. 2006)

Inicialmente, apenas teses e dissertações foram etiquetadas e um terminal de auto-atendimento foi implementado. Existe um servidor de aplicação (auto-serviço SAVANT-2), um servidor de banco de dados (oracle/ epics-2), e um servidor web (apache).

O fluxo de processos foi mapeado em redes de Petri e para cada caso, foi contextualizado pelo SAVANT-2. Figure 9 apresenta o SAVANT-2 relacionado com o processo de empréstimo, com a obra sem reserva e com o usuário sem suspensão e com permissão para pegar emprestado uma nova obra. Nesta Figura, as transições amarelas são eventos que envolvem leituras por RFID. Eventos atípicos, como falha de leitura são apresentadas. As regras de consistência precisam ser introduzidas para verificar o status do usuário (privilégios, penalidades, número de obras emprestadas e número máximo possível para empréstimo) e da obra (disponível, emprestada ou devolvida), para depois realizar a operação no servidor de aplicação (terminal de auto-atendimento).

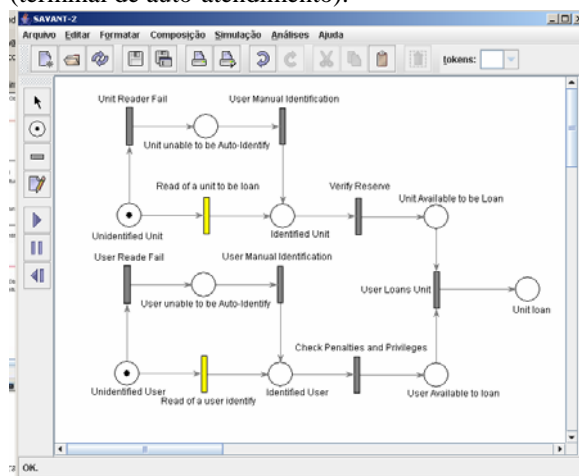


Figure 9. SAVANT-2 de Empréstimo [2]

## 6 Conclusão

Conclui-se com este trabalho que a Biblioteca Informada vai além de um sistema que não somente visualiza e estuda os objetos, como livros e mídias, e suas informações, mas principalmente analisa estes dados integrados ao processo e planejamento de ações do ambiente. A tecnologia RFID ajuda muito na velocidade e confiabilidade da captura e coleta das informações, mas o tratamento destes dados deve estar integrado com os processos, senão estas informações serão inúteis ou pouco aproveitadas, não dando visibilidade ao negócio.

De forma geral, também se pode concluir que nesta classe de sistemas informados, a identificação é essencial mas não é o principal aspecto a ser considerado. Na verdade, o processo informado, já investigado em outros trabalhos (Tavares, 2006) (Dos Santos, 2005), isto é, a formação de um par ordenado composto da identificação e da informação disponível sobre o item identificado, é o que de fato agrega valor. A composição de sistemas automatizados onde itens físicos carregam consigo informação não parametrizada sobre si mesmos é a base de aplicações RFID que de fato se distanciam das aplicações em código de barra.

## 6 Trabalho futuro

Como trabalho futuro, deve-se implementar a solução na outras bibliotecas da Escola Politécnica afim de criar um sistema distribuído e uso da Rede EPC.

A Rede EPC poderá permitir o rápido compartilhamento de informações entre as bibliotecas de modo que as bibliotecas tenham seus processos semi-unificados como a possibilidade de devolução de uma obra de uma determinada biblioteca em outra com agilidade e confiabilidade.

## Referências Bibliográficas

- Chen R.C.; Silva, J.R.; Tavares, J.J.P.Z.S. “SGB: Sistema de Gestão e Controle da Informação para Bibliotecas com RFID”, São Paulo, 2007.
- Clark, S.; Traub, K.; Anark, D.; Osinski, T. “AutoID Savant Specification – 1.0”, Auto-ID Center, MIT, 2003. Disponível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>.
- Dos Santos, M. “Geração de Conhecimento Explícito na Manufatura Informada”, Dissertação de Mestrado. 118p. Departamento de Engenharia Mecatrônica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- Eagle, J. “RFID: The Early Years”, 2002 – Acessível em <http://members.surfbest.net/eaglesnest/rfidhist.htm>
- EpcTagData Standard. 2004. Versão 1.1 Revisão 1.27. 2005. Disponível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>.
- Finkenzeller, K., 2003, RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Second Edition
- Kim, Y.; Cheong, T. “RFID Data Management and RFID Information Value Chain Support with RFID Middleware Platform Implementation”, 2004
- McFarlane, D. “The Impact of Product Identity on Industrial Control”, AutoID Center MIT, 2003 - Disponível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>.
- Mealling, M. EPCglobal Object Name Service (ONS) 1.0 Working Draft, April 15 2004
- Price, J.; Jones, E.; Kapustein, H.; Pappu, R.; Pinson, D.; Swan, R.; Traub, K. “Auto-ID Reader Protocol Specification 1.0.” 2003 Disponível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>
- Tavares, J. J. P. Z. S. , dos Santos, M., Silva, J. R., 2006, Informed Manufacturing: A Contextual Data Network. In Proceedings of 3rd International Conference on Production Research – ICPR America 2006. Curitiba, Brazil.
- Tavares, J.J.P.Z.S. “Fundamentos da Realimentação de Informação pela Manufatura Informada”, tese de doutorado, 165 páginas + Anexos, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, EPUSP, 2006.
- Traub, K.; Bent, S.; Osinski, T.; Peretz, S. N.; Rehling, S.; Rosenthal, S.; Tracey, B. “The Application Level Events Specification”, Version 1.0 Candidate Specification, October 2004
- Traub, K., Allgair, G., Barthel, H., Burstein, L., Garret, J., Hogan, B., Rodrigues, B., Sarma, S., Schmidt, J., Schramek, C., Stewart, R., Suen, K. K., 2005, The EPC Global Architecture Framework. July, 1st, 2005. Available at [www.epcglobalinc.org](http://www.epcglobalinc.org)