HIERARQUIA DE DADOS PARA PIMS CORPORATIVO

HIERARCHICAL STRUCTURE FOR CORPORATE PIMS

Elcio Rodrigues Aranha[1], Eduardo Batista Teixeira[2], Eduardo do Carmo[3], Guilherme Augusto Santiago Tavares[4], Pedro Henrique Moura Costa[5], Pedro Luiz Fernandes Aranha[6], Carolina Burghi Barboza[7], Alessandra Modolin de Figueiredo[8], Sérgio Ricardo Lourenço[9]

Abstract *— The Corporate management could be facilitated through the process information management systems, PIMS (Plant Information Management System). Once it has centralized characteristics, that PIMS can simplify the relationship between data from multiple information sources, mixing quality process data with the variables from the industrial controls system. This paper presents a specific technique to centralization of partial information that significantly reduces the Data Base needs (90% less than the traditional tags recording methodologies). Information from four industrial plants was safely integrated from the corporate network through text files in which specific software performs the reading and processing of raw information in to a hierarchical structure. This hierarchical structure makes possible the concatenated data use in an agile way and with no need of new training to the system's users.*

Index Terms — Centralization of partial information, hierarchical structure, PI UFL, PIMS.

INTRODUÇÃO

A gestão corporativa de processos pode ser facilitada com a implantação de sistemas de gerenciamento de informações de processo, PIMS (*Plant Information Management System*) com características corporativas. PIMS são sistemas de gerenciamento da informação de processo que basicamente fazem aquisição de dados de processo de fontes distintas oriundas dos sistemas de automação e os centraliza em um banco de dados temporal, gerando um histórico por longos períodos (10 anos ou mais) [1].

O PIMS é um facilitador na correlação dos dados das diversas ilhas de informação e fontes de dados de uma planta industrial. Sem o sistema é necessário um grande esforço para o agrupamento das informações uma vez que existe uma alta heterogeneidade nas fontes de dados. No cenário descentralizado, uma análise por parte da operação, pode se tornar complexa e demandar significativo tempo para a coleta e agrupamento das informações [2].

As principais soluções para PIMS existentes no mercado possuem ferramentas sofisticadas para a consulta das informações armazenadas no banco de dados. Estas consultas podem apresentar, de forma normalizada, tanto os dados históricos como os recém-coletados (ditos em base de tempo real). Estas informações podem ter as unidades de engenharia ajustadas e com significativa velocidade no acesso à informação por meio de tabelas, gráficos de tendências, gráficos de correlação XY, cartas de controle estatístico, telas sinópticas, relatórios dinâmicos, dentre outros. Estas informações podem ser disponibilizadas, a todos os interessados da corporação sem significativas necessidades de treinamento, como por exemplo, através da intranet ou em sistema corporativos. [3].

Por se tratar de um sistema de gestão da informação de processo, localiza-se na camada intermediária da pirâmide de automação que, de forma simplificada, pode ser observada na Figura 1. Percebe-se nessa figura, o PIMS e o MES (*Manufacturing Execution System*) logo acima dos sistemas de controle de supervisão e abaixo dos sistemas corporativos. Espera-se que entre estas camadas (segmentos de redes) existam separações lógicas (firewall ou sistemas de segurança) que filtrem o trafego de dados entre níveis lógicos diferentes [1].

Normalmente, o PIMS é o ponto de partida para a implantação de outros módulos/sistemas de gestão nos complexos industriais. Um PIMS que conte com a hierarquia de dados bem definida pode beneficiar a implantação das inúmeras soluções que utilizam os dados históricos. Pode-se

[1]Vale Fertilizantes – Unid.01, Avenida Bernardo Geisel Filho s/n, Cubatão/SP. Tel:(13) 3362-98430. aranha@valefert.com; Universidade Federal do ABC - Rua Catequese, 242, Santo André/SP.Tel: (11) 4437-8400. elcio.aranha@gmail.com; IFSP – Campus Cubatão – Avenida Maria Cristina, 50 – Jardim Casqueiro – Cubatão/SP Tel (13) 4009-5100, Cel (13) 981329845. aranha@ifsp.edu.br
[2]Vale Fertilizantes – Unidade 01, Avenida Bernardo Geisel Filho s/n, Cubatão/SP, Tel: (13) 3362-9500. eduardo.teixeira@valefert.com
[3]TSA Engenharia, Av. Barão Homem de Melo, 4324, Belo Horizonte/MG. Tel: (31) 3055-5000. eduardo.silva@tsaengenharia.com.br
[4]TSA Engenharia, Av. Barão Homem de Melo, 4324, Belo Horizonte/MG. Tel: (31) 3055-5000. guilherme.tavares@tsaengenharia.com.br
[5]TSA Engenharia, Av. Barão Homem de Melo, 4324, Belo Horizonte/MG. Tel: (31) 3055-5000. pedro.costa@tsaengenharia.com.br
[6]IFSP – Campus São Paulo – Rua Pedro Vicente, 625, São Paulo/SP Tel (11) 2763-7580. aranhaplf@gmail.com
[7]Vale Fertilizantes – Unid. 02, Avenida Eng. Plício de Queiroz, s/n, Cubatão/SP, Tel: (13) 3369-9479. carolina@valefert.com
[8] Rua Tabor, 647 - ap 241 A - Ipiranga - São Paulo - SP – 04202021, Cel (11) 996815278. figueiredoale@gmail.com
[9] Universidade Federal do ABC - Rua Catequese, 242, Santo André/SP.Tel: (11) 4437-8400. sergio.lourenco@ufabc.edu.br

DOI 10.14684/ICECE.9.2015.116-120
© 2015 COPEC

citar, como funcionalidades mais comuns que utilizam dados de processo, a reconciliação de dados, o SCM (*Suply Chain Manager*), o MES, entre outros. Pode-se ter também integração com sistemas como o ERP (*Enterprise Resource Planning*) e sistemas especialistas para o gerenciamento de desempenho e controles avançados do processo produtivo [1].

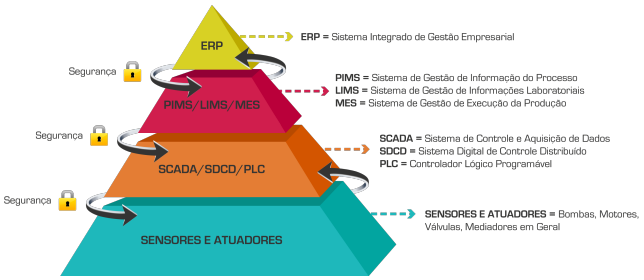

Figura 1: Pirâmide Conceitual da Automação

As grandes corporações, geralmente, possuem sofisticados sistemas de informação no nível corporativo, mas nem sempre estes sistemas estão integrados ao chão de fábrica. Os sistemas corporativos, normalmente maduros e consistentes, já alcançaram os ganhos possíveis com os menores esforços de implantação. Atualmente há um consenso de que grandes ganhos podem ser obtidos a partir da integração dos sistemas de chão de fábrica com os sistemas de gestão corporativa. As oportunidades mais claras de ganhos se encontram atualmente próximas à linha de produção e esta busca de integração é perseguida por diversas indústrias que procuram maximizar os benefícios de inserir informações de produção para utilização nos sistemas corporativos. Algumas organizações até criaram centros especializados para facilitar a utilização das informações corporativas existentes no PIMS [4, 5 e 6].

Fornecedores de sistemas de automação afirmam que as indústrias de diversos segmentos podem, a partir dos índices de rendimento, funcionalidade e desempenho, melhorar muito a sua lucratividade. Há uma grande diferença de lucratividade entre empresas que já adotaram a integração de seus sistemas e as empresas que ainda não trilharam esse caminho. A integração das informações dos sistemas de controle e gestão, quando corretamente utilizada para a tomada de decisão, pode aumentar a lucratividade. Em alguns casos este ganho pode ser maximizado em até quatro vezes! [7 e 8]

Assim o movimento atual das empresas é interligar os sistemas e contextualizar as informações corporativas. A hierarquização de dados pode ser um eficiente catalisador para a integração dos dados de processo com a camada corporativa da organização.

Seguindo estas evidências e tendências de mercado, as empresas dos diversos segmentos, investem em aplicações para gerenciamento e controle da produção, utilizando a máxima integração com o chão de fábrica possível. Gerenciadores de ativos, historiadores (PIMS), inventários, otimizadores de processo, sistemas de execução da manufatura (MES) são então desenvolvidos e integrados aos sistemas de gestão existentes. Este novo cenário e demandas de informação acabam por interligar sistemas antes isolados em ilhas de processo à rede corporativa das empresas [1, 4, 5 e 6].

Comprovados os benefícios da integração de dados de diferentes naturezas, adicionado à necessidade da análise correlacionada entre dados de processo com dados de laboratório, foi desenvolvido uma solução que mitigasse as necessidades levantadas. A solução alvo deveria estabelecer um sistema para a publicação dos dados laboratoriais para mais de cinquenta usuários simultâneos permitindo a estes usuários que as informações laboratoriais pudessem ser correlacionadas com as informações de processo. Este desafio foi mais significativo uma vez que não havia disponível no cenário um sistema de gerenciamento de informações de laboratório, LIMS (*Laboratory Information Management System*). Também deveriam ser consideradas restrições de licenciamento para o sistema de gestão empresarial, ERP (*Enterprise Resource Planning*), conectores, *software* de mediação entre aplicações (*middlewares*), drivers e módulos de integração do sistema PIMS com o ERP da Planta.

Para o cenário definido, um sistema PIMS, além de um repositório central de dados de processo, pode se tornar a ferramenta de integração entre sistemas de automação e informação de acordo com o representado na Figura 2. O PIMS é dotado de interfaces polivalentes que o tornam uma solução versátil e de baixo custo para a extração de conhecimento dos dados de processo [9].

Com o PIMS, a extração e correlação das informações corporativas do processo ficam facilitadas, pois há disponível múltiplas ferramentas clientes para a visualização e manipulação das informações armazenadas [3].

Definido o cenário, foi provida uma solução simples e eficiente através das ferramentas nativas disponibilizadas pela ferramenta PIMS desenvolvida e comercializada pela OSISoft®. Para a integração foi utilizada uma interface de dados denominada PI UFL® (*Universal File Loader*) que consulta arquivos, compatíveis com o padrão ASCII, que são disponibilizados do sistema ERP da empresa [10].

O presente trabalho não trata das questões de segurança e segregação das redes de automação e corporativa. O trabalho apresenta com detalhes o tratamento e a contextualização dos dados. O texto encontra-se dividido da seguinte forma: Na seção dois são apresentadas as características e necessidades do desenvolvimento realizado; Na seção três são apresentadas as principais características da solução PIMS adotada e na seção quarto as conclusões do presente trabalho são apresentadas.

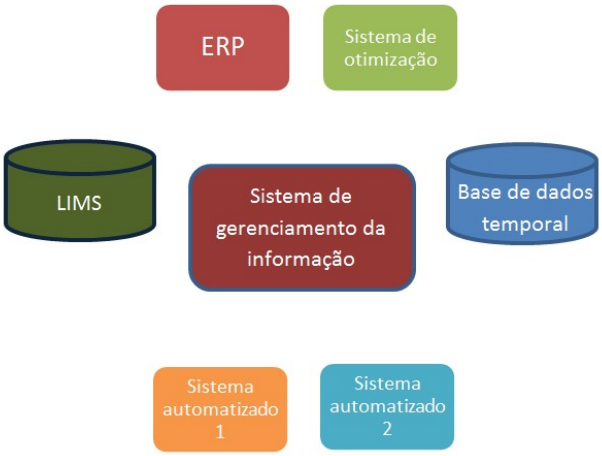

Figura 2. Cenário integrado

CARACTERÍSTICAS E NECESSIDADES DO DESENVOLVIMENTO REALIZADO

A integração da rede corporativa e a rede de automação traz um cenário inusitado às aplicações industriais. As ilhas de automação existentes constituídas por sistemas de controle industrial (DCS/SDCD, CLP e SCADA) que possuíam redes e hardware proprietários, até então isoladas e consideradas "imunes" ao acesso externo, precisarão agora rever suas práticas e quesitos de segurança em função da conexão com a rede corporativa. Outro agravante é que a utilização de padrões abertos, tais como Ethernet, TCP/IP e outras tecnologias da Web deixaram o cenário industrial mais familiar aos *hackers* e "ameaças virtuais". Estas ameaças, ao alcançarem estes novos ambientes podem aproveitar a incipiência dos controles e regras de segurança existentes, pois o isolamento dos sistemas de automação propiciou uma menor preocupação com estes quesitos no momento de sua instalação. Estes fatores colaboram para um crescente número de eventos de segurança impactando na disponibilidade dos sistemas industriais. [11 e 12]

A questão que mais atormenta os defensores da integração das redes é justamente administrar e mitigar as vulnerabilidades do sistema interligado. Existem normas internacionais que arbitram sobre os requisitos tecnológicos e práticas de proteção. O isolamento das ilhas de produção que minimizava os efeitos e consequências das vulnerabilidades de segurança no chão de fábrica vem sumindo a medida de que os sistemas são interligados e as informações são acessíveis pela rede corporativa. [13].

Quanto maior a integração maior é a vulnerabilidade para um ataque externo (seja de um *hacker* ou de um vírus). Tanto maior a abrangência da rede maior as suas necessidades de segurança. "...quanto mais sensores estiverem conectados a uma rede *Ethernet* que transporte dados até o ERP ou à web, mais exposto estará o controle da planta..." [7].

Apesar destes riscos provenientes da integração entre os ambientes TI x TA, há diversas obras que afirmam que "você não pode controlar o que você não pode ver", dito isso, a centralização de informações corporativas podem melhorar os benefícios de sistemas de gestão de um modo geral. Por este motivo a integração se faz necessária uma vez que, as organizações possuem uma vasta quantidade de dados oriundos de diversas fontes de informação. A despadronização das informações armazenadas pode adicionar considerável complexidade até mesmo para as análises mais simples destes dados [4 e 5].

A deficiência no acesso e contextualização das informações corporativas pode acarretar aos gestores uma reação inadequada às demandas do negócio em seu trabalho. Para contornar este problema, os sistemas PIMS passaram a oferecer ao longo dos anos funcionalidades para a contextualização e hierarquia de dados em seu pacote de soluções. Esta integração de dados pode ajudar os gestores na análise e tomada de decisão deixando o processo de gestão mais eficiente e com uma menor necessidade de entendimento de especificidades do sistema produtivo [2]. Esta estrutura mais flexível permitiria disponibilizar os dados armazenados de forma consistente, significativa e intuitiva, propiciando aos usuários a possibilidade de encontrar rapidamente a informação necessária e utilizá-las de forma consistente para a tomada de decisões [10 e 14].

O desenvolvimento realizado no presente trabalho surgiu com a necessidade de correlacionar de forma rápida, automatizada e eficiente dados de processo com dados de laboratório em uma plataforma comum aos complexos industriais. E, ao mesmo tempo, viabilizar a visualização das informações para grandes grupos de usuários com necessidades operacionais distintas, mas com interesses comuns no que se refere à melhoria contínua do processo produtivo.

Estudaram-se então maneiras de realizar esse trabalho de forma que aproveitasse ao máximo os recursos tecnológicos já existentes na empresa, garantindo baixo investimento financeiro, mas com alta qualidade e confiabilidade da solução.

O projeto foi aplicado em quatro complexos industriais, sendo que, devido à ausência de um sistema LIMS, todos usam o ERP para registro das informações de análises laboratoriais de maior relevância. Estas informações não contemplam todas as necessidades por parte dos usuários, pois o ERP não possui foco e consequentemente não contempla meios para integrar seus dados com os dados de processo.

Sendo assim, pontos relevantes inviabilizam a solução baseada em desenvolvimentos no ERP para o cenário deste trabalho. Uma alternativa seria a aquisição de um sistema LIMS, que além de fugir da premissa de utilizar as tecnologias existentes e disponíveis na empresa, implicaria em dificuldades operacionais e técnicas para

correlação das informações laboratoriais com as informações de processo.

Outro fator importante a ser considerado no projeto era o número de licenças necessárias para atender aos usuários, resultando assim em alto custo para a implementação e baixo retorno operacional/financeiro com esta aquisição do novo sistema. Outra característica importante do problema era a falta de padronização nos métodos de publicação de resultados de análises existentes em cada uma das localidades. Os sistemas foram desenvolvidos localmente sem uma concepção sistêmica pra o negócio. As soluções desenvolvidas para a publicação não eram proprietárias e não apresentavam a robustez, segurança e confiabilidade necessárias a um sistema de informação. Esta situação, quando se adota um PIMS corporativo, pode ser resolvida de forma padronizada e corporativa com a utilização de ferramentas nativas do PIMS (sem custo extraordinário) para a análise e publicação de informações.

Assim, para o cenário deste trabalho, o PIMS foi definido como o sistema ideal a ser utilizado para a centralização das informações de processo oriundas dos sistemas de controle industrial (DCS/SDCD, CLP e SCADA) e dos dados laboratoriais provenientes do ERP.

A SOLUÇÃO PIMS ADOTADA

Como os dados primários de laboratório já estavam e precisavam permanecer abrigados no módulo QM (*Quality Management*) do ERP, este passou a ser o provedor das informações para o PIMS, mas como fazer com que os dados cheguem ao PIMS sem grandes implementações/custo e mantendo a confiabilidade da informação?

Para este tipo de integração são normalmente utilizados softwares específicos de interface (*middlewares*): desenvolvimento de drivers ou módulos conectores fornecidos pelos fabricantes das soluções. Neste trabalho, ao analisar as ferramentas a serem integradas, pode-se identificar uma oferta de transição já existente do lado do ERP a partir da geração periódica de um arquivo de texto contendo o detalhe das análises laboratoriais. A solução desenvolvida no trabalho utiliza uma interface específica do PIMS para a leitura de arquivos de texto em compatibilidade com o padrão ASCII.

Desta forma acrescentou-se à rotina de escrita do ERP, a emissão de arquivo texto, em um diretório de rede que permita acesso a interface de coleta do PIMS, para que as informações do ERP pudessem ser enviadas ao banco de dados do PIMS, estabelecendo assim a integração unidirecional desses sistemas.

Devido ao grande volume de informações a serem disponibilizadas no PIMS procurou-se não utilizar os métodos tradicionais de cadastramento de informações no sistema, pois o método tradicional (um *tag* para cada informação) demandaria muitos recursos do banco de dados do PIMS. Esta considerável quantidade de pontos inviabilizaria o projeto final uma vez que somente esta aplicação consumiria mais de 10% do total da capacidade de armazenamento do banco de dados que fora concebido para armazenar todas as informações do processo. Um estudo mais aprofundado nas funcionalidades disponíveis foi realizado e o desenvolvimento de alternativas considerando a hierarquização de dados foi considerado viável para o cenário.

Foram levantadas as características dos pontos de medição e padronizado o agrupamento das informações em conjuntos de pontos. Estas ações permitiram reduzir a quantidade necessária de posições do banco de dados para aproximadamente 4% do total dos recursos previsto pelo método tradicional de cadastramento de informações (0,4% de todo o banco de dados original).

Assim todos os resultados de um mesmo ponto de análise foram concatenados em uma única posição do banco de dados (aproximadamente trinta informações para cada posição no banco de dados).

A técnica de concatenação das informações parciais em uma única posição pode reduzir consideravelmente a utilização de posições no banco de dados. Por outro lado a rotina para pesquisa destas parcelas de informação demandam grande esforço e entendimento do usuário, o que inviabilizaria a utilização das informações concatenadas por usuários que não tenham pleno entendimento da estrutura do dado armazenado no banco de dados histórico.

Para viabilizar a utilização da concatenação dos dados e democratizar o acesso as informações armazenadas, os dados parciais após serem concatenados foram dispostos em uma estrutura hierárquica onde o entendimento da organização da estrutura no banco de dados que pesquisa os dados concatenados passou a ser transparente aos usuários. Desta forma pode-se maximizar a utilização do banco de dados sem que complexas estruturas de pesquisa dos dados históricos tivessem que ser implementadas.

Os usuários passaram a acessar cada um dos resultados como se fosse uma variável isolada, dispensando a necessidade da rotina complexa para a extração dos dados. A apresentação das informações históricas se deu a partir do acesso a cada um dos resultados pelo respectivo atributo utilizado na análise do laboratório: H_2, N_2, CH_4,... O usuário passou a pesquisar cada um dos resultados por uma nomenclatura simples e corriqueira, já utilizada na gestão do processo industrial: P1_H2 (ponto de coleta 1 – resultado de hidrogênio), P1_N2 (ponto de coleta 1 – resultado de nitrogênio) sem se preocupar com a forma de armazenamento destas no banco de dados. A solução desenvolvida permitiu extrair as informações do banco de dados histórico, através das ferramentas clientes nativas, de uso frequente e disponível na solução PIMS existente.

CONCLUSÃO

Com todos os pontos levantados a respeito da integração de dados em uma corporação, conclui-se que alguns quesitos referentes à segurança da rede e da informação precisam ser

atentamente verificados, com o objetivo de reduzir possíveis ações indesejadas no ambiente corporativo. Ainda sim, a centralização das informações em uma plataforma como o PIMS que possui conotação coorporativa, é altamente recomendada, pois pode trazer retorno significativo para a corporação.

A solução adotada atendeu às premissas de custo do projeto (utilizando as ferramentas já utilizadas e disponíveis nas quatro unidades produtivas), reduziu o tempo de implantação da solução (não foi necessário treinamentos específicos em outros sistemas) e possibilitou o acesso e correlação de dados a um grande número de usuários por meio das ferramentas analíticas do PIMS.

Também vale ressaltar que por se tratar de uma solução nativa da ferramenta PIMS PI SYSTEM®, foi reduzido o número de intervenções tanto por configuração quanto por manutenção. A integração e hierarquização dos dados tornou transparente a análise das informações correlacionadas por parte do usuário final, não demandando novos treinamentos para acesso aos dados históricos.

Desta forma pode-se disponibilizar um banco de dados corporativo com capacidade de correlacionar as informações históricas do processo e de qualidade dos produtos.

REFERENCIAS

[1] SEIXAS, C. PIMS - *Process Information Management System - Uma introdução*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

[2] SANTIAGO JR, J. R. S.; SANTIAGO, J. R. S. *Capital Intelectual - O Grande Desafio das Organizações*. Brasil, Novatec, 2007, p. 308. ISBN 9788575221297

[3] *CARVALHO*, F. B.; TORRES, B. S.; FONSECA, M. O.; SEIXAS, C. – *Tecnologia em metalurgia e materiais.* Sistemas PIMS – Conceituação, usos e benefícios. 2005, São Paulo, v.1, p.1-5.

[4] MULLER, C. BASCUR, O. CAMPOS, M. Gerenciamento de *performance* operacional em tempo real, *Controle & Instrumentação*, Valete, n. 186, 2013.

[5] SIMONACCI, R., TACCOLINI, M. Transformando informação em conhecimento, *Controle & Instrumentação*, Valete, n. 186, 2013.

[6] LOBO, J. ; PAREDES, R. Centro de monitoreo y Diagnostico, *Xmo PI System Seminar*, Santiago, agosto de 2007. Disponível em: www.osisoft.com (*Events, Ucs and Webinars*) acesso 30/09/2014.

[7] CONTROLE & INSTRUMENTAÇÃO, 2008 – Revista Controle & Instrumentação – Edição nº 143 – 2008

[8] NEVES, J. M. S., SANTOS, F. C. A. Implantação de tecnologias de informação utilizadas na integração entre o chão-de fábrica e os sistemas ERP, *Controle & Instrumentação*, Valete, n. 143, 2008.

[9] ANALYTICA. Revista da instrumentação e controle de qualidade – Laboratório sem papel em uma planta de zinco; Artigo n. 9, 200?.

[10] OSISOFT - PI Asset Framework, OSISoft, San Leandro – CA, 2014. Disponível em: <http://www.osisoft.com/software-support/products/product_info/DS_PI_AF_LT_EN.aspx> acesso em: 03 de out. de 2014.

[11] EMERSON - The DeltaV Security Manual. Disponível em: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/Manuals/CS_DeltaV_Security_Manual-introduction%20only.pdf> acesso em 24 de set. de 2012.

[12] EMERSON, 2006 - DeltaV System Cyber-Security. Disponível em: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20DeltaV%20Documents/Whitepapers/WP_DeltaVSystemSecurity.pdf> acesso em 24 de set. de 2012.

[13] FINK, 2006 – Fink, Raymond K. Lessons learned from cyber security assessments of SCADA and Energy Management Systems, 2006.

[14] ASPENTECH - *Aspen Manufacturing Master Data Manager - Getting Started Guide*, Aspentech, Burlington – MA, 2014. Disponível em: <http://support.aspentech.com/webteamcgi/ValidateDownload.cgi?instructions=5767421_Ghekjys3BBVcxW_MM7744AAAAQQ88521&attachid=5937469&docid=140765&location=T> acesso em: 03 de out. de 2014.