

# EFICIÊNCIA PROPORCIONADA PELA AUTOMAÇÃO COMO DIFERENCIAL PARA O NEGÓCIO<sup>1</sup>

Marcos de Oliveira Fonseca<sup>2</sup>  
Constantino Seixas Filho<sup>3</sup>  
Jedson Alessandro Damasceno<sup>4</sup>

## Resumo

Os sistemas de automação desempenham um papel importante nas empresas para implementação de automatismos exigidos para operação do processo e de seus equipamentos. Entretanto, na maioria das empresas, a eficiência proporcionada pelos sistemas de automação para atendimento aos objetivos do negócio ainda não é um diferencial alcançado. O presente trabalho apresenta os aspectos de melhoria da eficiência proporcionados pela automação que podem ser utilizados para atendimento aos objetivos do negócio das empresas. Exemplos práticos são também apresentados.

**Palavras-chave:** Automação; Eficiência; Negócio.

## BUSINESS DIFFERENTIATION THROUGH AUTOMATION EFFICIENCY

### Abstract

Automation systems perform an important role in the companies for implementing automatism required to process and equipment operation. However, the efficiency provided by automation systems to achieve business goals still not being an obtained differential in the majority of the companies. This paper presents the aspects for efficiency improvement provided by automation that can be used to achieve the company's business goals. Practical examples are also presented.

**Key words:** Automation; Efficiency; Business.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista, M.Ci, Senior Manager da área de Technology da Accenture Automation and Industrial Solutions (AAIS), Belo Horizonte – MG, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Eletrônico, M. Ci., Senior Executive da área de Technology da Accenture Automation and Industrial Solutions (AAIS), Belo Horizonte – MG, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista, M. Ci., Manager da área de Technology da Accenture Automation and Industrial Solutions (AAIS), Belo Horizonte – MG, Brasil.

# 1 INTRODUÇÃO

A eficiência operacional possui vários pilares: produção, gerenciamento dos ativos de produção, qualidade, meio ambiente, energia, etc. Para cada pilar existem diversos indicadores envolvidos, dependendo do tipo de processo: contínuo, batelada ou manufatura, do tipo de gestão da produção: produção sob demanda (*Make to Order*), produzir para estoque (*Make to Stock*), projeto sob demanda (*Engineer to Order*), montagem sob demanda (*Assemble to Order*) e do segmento de mercado específico: metais, mineração, papel e celulose, óleo e gás, etc.

A automação já desempenha um papel importante em todos os tipos de negócios relacionados ao ambiente industrial, sendo responsável por todas as medidas automáticas em um processo industrial, através da coleta de dados e cálculos básicos que alimentam todos os sistemas de gestão de indicadores operacionais. Independentemente do programa de melhoria proposto: *Lean Manufacturing*, *Six Sigma*, TPM, TOC, haverá sempre um sistema de automação envolvido, partindo do princípio básico que não se pode controlar aquilo que não se pode medir.

Entretanto, ainda são poucos os casos onde a automação e, em particular, a eficiência proporcionada pela mesma são consideradas como elementos fundamentais para se estabelecer um diferencial para o negócio. Este aspecto pode ser analisado pela cultura do mercado industrial para sistemas de automação convencionais. Desde os primórdios da indústria, têm sido implementados automatismos para permitir que determinadas operações do processo possam ser realizadas. Tais automatismos, como sequenciamento de comandos, controle regulatório em malha fechada, execução de operações repetitivas ou insalubres etc.; sempre desempenharam uma função muito específica para permitir que o processo pudesse ser operado ou mesmo gerenciado pelo ser humano. Sendo que neste caso, a tomada de decisão relativa ao negócio normalmente é feita pelo homem, deixando que somente as ações sejam automaticamente executadas pelo sistema de automação. Tipicamente, a maioria dos investimentos na indústria considera ser necessária a implantação de sistemas automáticos para que a operação do processo possa atender às necessidades de produção e qualidade. Apesar de parecer óbvio, nem sempre a automação do processo é projetada e implementada para maximizar a eficiência do negócio como um todo. Nesse aspecto é importante diferenciarmos automação de automatismo de processos e de máquinas, puro e simplesmente. A automação tem um espectro muito maior, que transcende os automatismos, objetivando a integração de sistemas, aquisição de dados e tratamento de informações em tempo real e de forma colaborativa e, principalmente, suporte à tomada de decisões de forma automática para atendimento aos objetivos do negócio.

Conforme exposto acima, as empresas começam a perceber que apesar de já terem investido muito em infra-estrutura de equipamentos e soluções de automação, o processo de tomada de decisão para atendimento aos objetivos do negócio ainda é feito de forma muito manual, precária e com pouca eficiência, sendo necessário uma forte intervenção humana para se conseguir informações básicas que poderiam ser geradas automaticamente para a tomada de decisão. Questões do tipo – “qual é o melhor ponto de operação da planta para redução do consumo de energia elétrica?” – ainda exigem muito esforço dos gestores para que sejam respondidas e tomadas as ações devidas. Ao passo que os sistemas de automação devem ser implantados para serem capazes de atuar automaticamente para manter a planta operando no ponto ótimo de eficiência energética para uma determinada condição

de produção definida pelos objetivos do negócio, ajustados em função do mercado. As empresas que já identificaram este potencial da automação estão utilizando a eficiência proporcionada pela mesma para obter um importante diferencial para o seu negócio. Consideramos neste caso eficiência como a capacidade de apresentar maior resultado com menor esforço, para os diferentes níveis e sistemas onde a automação é utilizada para atendimento aos objetivos do negócio. O conceito de CPAS (*Collaborative Process Automation System*) definido pela ARC Advisory Group (Figura 1), expressa bem o nível de integração entre o chão de fábrica e a camada de negócios para permitir que a automação possa agregar eficiência em diferentes níveis e para diferentes sistemas desde a obtenção do dado até a tomada de ação/decisão exigida para os diferentes objetivos da camada de negócios.

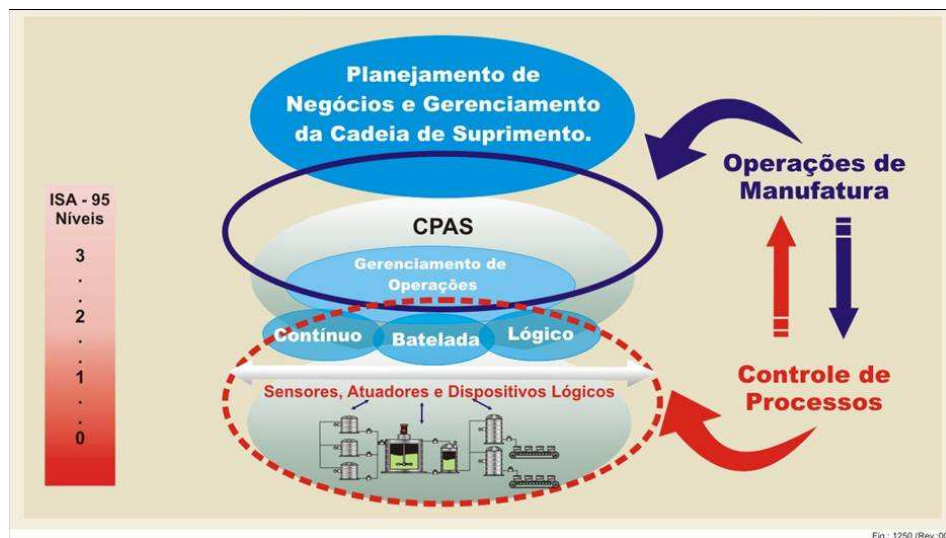


Figura 1 – Collaborative Process Automation System – CPAS

Uma distorção que se observa no mercado está no fato de alguns gestores de empresas considerarem que a automação muitas vezes proporciona mais problemas que soluções para o seu negócio. Apesar do fato de sistemas de automação com deficiências de projeto e implementação poderem ser responsabilizados por tal situação, os gestores devem reavaliar a forma como os sistemas de automação devem ser utilizados para que isso não seja uma realidade, uma vez que exemplos contrários são muito mais fáceis de observar quando da correta utilização da automação.

A seguir serão apresentadas as principais formas de eficiência proporcionadas pela automação para os objetivos de negócio típicos.

## 2 OBJETIVOS DE NEGÓCIO E EFICIÊNCIA PROPORCIONADA PELA AUTOMAÇÃO

As empresas definem os objetivos de negócio em função da situação e das estratégias estabelecidas para o mercado. Obviamente, estes objetivos são ajustados dinamicamente, variando em função de vários aspectos, tais como concorrência entre empresas, regulamentações governamentais, conjuntura econômica, etc. Em momento de crises econômicas, por exemplo, estes ajustes podem acontecer com maior frequência, sendo que os sistemas de automação devem ser capazes de responder rapidamente aos ajustes estabelecidos.

Exemplos de objetivos de negócio típicos para as empresas do setor industrial são:

- aumento da produção;
- redução de perdas;
- redução do custo operacional;
- aumento da produtividade;
- redução do inventário;
- aumento da rastreabilidade de produção;
- aumento da segurança de processo e pessoas;
- redução do risco operacional devido à obsolescência de sistemas e equipamentos;
- redução da variabilidade de produção;
- melhoria do controle de qualidade do produto;
- atendimento a exigências de meio-ambiente e de agentes reguladores; e aumento da visibilidade da produção.

Uma vez definido os objetivos do negócio, espera-se que os sistemas de automação sejam capazes de contribuir efetivamente para que os objetivos sejam atendidos, através da atuação eficiente sobre o processo produtivo. Entretanto, para que isso aconteça, é necessário que o projeto e implantação dos mesmos seja feito de forma adequada,<sup>(1)</sup> objetivando-se a eficiência proporcionada para cada nível e tipo de aplicação da automação. O Quadro 1 apresenta um exemplo das principais formas de como a automação pode proporcionar eficiência.

A eficiência proporcionada pela automação pode ser de efeito localizado, atendendo somente aos objetivos definidos para um determinado nível/sistema, ou de forma globalizada, sendo capaz de atender aos objetivos definidos para todos os níveis e sistemas. O principal aspecto para garantir que todos os sistemas de automação sejam capazes de atender aos objetivos do negócio está no modelo funcional e no projeto implementado para o sistema como um todo. Ou seja, todos os objetivos de negócio devem ser considerados para definição do modelo funcional de todo o sistema de automação, que deverá ser desmembrado para todos os níveis do mesmo (do MES até a instrumentação). Recomenda-se neste caso que seja utilizado o modelo em V para decomposição dos objetivos de cima para baixo e estruturação do sistema de automação de baixo para cima.<sup>(2)</sup>

Para projetos de capital, recomenda-se que todos os processos de negócio da camada de ERP e modelo funcional dos sistemas de gestão e de automação sejam definidos em conjunto no projeto conceitual do empreendimento. Já para projetos de ampliações ou modernizações, onde possam existir sistemas legados, recomenda-se que sejam feitas adequações necessárias do modelo funcional dos sistemas de gestão e dos sistemas de automação para integração com os processos de negócios.

**Quadro 1** – Exemplo das formas de como a automação pode proporcionar eficiência para cada nível do sistema

<b>Nível/Sistema</b>	<b>Atuação da Automação</b>	<b>Eficiência proporcionada</b>
Instrumentação de processo	Utilização de instrumentos inteligentes para aquisição de dados e atuação no processo utilizando o mínimo de energia exigido e provendo diagnósticos adequados.	Aquisição das variáveis e dados importantes do processo dentro do intervalo de tempo e com a consistência exigidos. Monitoração eficiente do processo e das variáveis que impactam o meio ambiente. Geração de dados consistentes para as camadas de gestão da operação e do negócio.
Comando de equipamentos	Utilização de dispositivos inteligentes para aquisição de dados e comando de equipamentos utilizando o mínimo de energia exigido e provendo diagnósticos adequados.	Aquisição das variáveis e dados importantes dos equipamentos dentro do intervalo de tempo e com a consistência exigidos, utilizando a forma mais adequada de conversão de energia (inversores de frequência, por exemplo). Aumento da eficiência energética específica. Geração de dados consistentes para as camadas de gestão da operação e do negócio.
Redes de campo e de automação	Transmissão de dados e informações de forma eficiente para atendimento aos requisitos de tempo de reposta para aquisição de dados e atuação no processo.	Comunicação eficiente de dados e informações que serão utilizados para controle e monitoramento do processo e de seus equipamentos, instrumentos e dispositivos. Eliminação de atrasos indevidos, permitindo que as ações sejam executadas no tempo exigido.
Controle discreto	Lógicas de comando, sequenciamento, proteção, intertravamento e alarmes, provendo os diagnósticos adequados.	Estratégias de comando e controle dos equipamentos de processo para melhor utilização de recursos para atendimento aos objetivos definidos dinamicamente. Eliminação de tempos indevidos e sincronização de comandos para redução de paradas e perdas de produção e de energia. Atendimento aos quesitos de qualidade e ambientais exigidos.
Controle analógico	Estratégias de controle e alarmes, provendo os diagnósticos adequados.	Estratégias de controle do processo para melhor utilização de recursos para atendimento aos objetivos definidos dinamicamente para eficiência energética, qualidade, produção, perdas, tempo de resposta, proteção ambiental, etc. As estratégias podem ser definidas tanto no nível de controle específico (malhas individuais), passando por sistemas/equipamentos (grupos de malhas) e até mesmo unidades inteiras (otimização de alto nível)
Gestão de informações do processo (PIMS/ LIMS)	Consolidação de dados aquisitados dos níveis inferiores para geração de informações para tomada de decisões.	Geração de dados consolidados para tratamento analítico e suporte aos sistemas de gestão de produção para geração automática das ações e tomada de decisões.
Gestão de produção (MES)	Integração entre diversos sistemas de automação e implementação da aquisição de dados e geração automática de informações (KPIs) em tempo real e tomada de decisão.	Geração de informações em tempo real e execução de regras de negócio para gestão de produção e atuação automática no processo para atendimento aos objetivos definidos dinamicamente pela camada de negócios. Eliminação de perdas e melhoria da utilização de insumos e da produtividade de áreas e unidades de produção.
Gestão de Ativos	Integração de diversos dados e diagnósticos para tratamento analítico das informações de saúde dos ativos.	Geração de informações em tempo real da saúde dos ativos de produção e da infra-estrutura de automação para tratamento analítico e execução de ações automáticas para reparação de falhas e problemas de desempenho dos ativos que possam afetar a eficiência da sua utilização. Predição de falhas e minimização de paradas indevidas.
Otimização	Estratégias e algoritmos de otimização dos níveis de controle, operação e gestão do processo e da produção.	Geração de ações automáticas para otimização de cada nível na busca da eficiência esperada para atendimento aos objetivos definidos dinamicamente pelo negócio.

### 3 EXEMPLOS PRÁTICOS DA EFICIÊNCIA PROPORCIONADA PELA AUTOMAÇÃO

#### 3.1 Gerenciamento de Ativos

O objetivo do gerenciamento de ativos é extrair o máximo de produção dos ativos relacionados à cadeia de produção, ou seja, das máquinas e equipamentos auxiliares que constituem a fábrica. O indicador (KPI) mais importante a ser utilizado é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), um indicador composto constituído pelo produto de três ou quatro fatores. Na sua forma mais geral o OEE pode ser definido como:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade Física} * \text{Utilização} * \text{Performance} * \text{Qualidade}$$

Apenas medir a disponibilidade física de cada equipamento já é de extrema relevância em qualquer tipo de processo. O índice de disponibilidade física (*downtime*) varia de 1 a 8% na indústria de refino, de 2% a 5% na petroquímica, 1 a 10% na indústria de alimentos e farmacêutica segundo a ARC. Os sistemas de automação irão determinar o estado de um equipamento, se parado, funcionando normalmente, funcionando a vazio, etc.; e gerenciar automaticamente os tempos de parada e de funcionamento. Enquanto a medição de grandes paradas pode ser feita em modo manual, a detecção das micro paradas só é possível trabalhando com sistemas automatizados. As micro paradas podem revelar ineficiências muito significativas que devem ser equacionadas.

A utilização mede o percentual do tempo que um equipamento disponível é usado na produção. A performance ou eficiência de performance nos diz o quanto nos aproximamos da produção nominal para a qual o equipamento foi concebido e a qualidade nos dá uma medida percentual de produtos conformes sobre o total produzido.

O OEE como KPI essencial para a gerencia de ativos de produção deve ser o primeiro a ser totalmente automatizado e acompanhado em tempo real a partir do centro de inteligência operacional da empresa.

#### 3.2 Eficiência Energética

A eficiência energética é facilmente calculada para alguns processos eletro intensivos como, por exemplo, a indústria de alumínio. Saber a eficiência de corrente de cada linha de eletrólise nos diz o percentual de corrente que é convertida em metal. O restante é perda. Numa siderúrgica, não há uma medida assim tão direta, mas se medirmos a energia gasta pelos grandes consumidores podemos organizar um pareto e atacar os principais ofensores. Na indústria mineral, 20% a 25% do consumo de energia advêm do bombeamento de água e de polpa, conforme referências do departamento de energia dos Estados Unidos. Usar motores de alto rendimento, e corretamente dimensionados constitui um ótimo ponto de partida. Estatísticas mostram que a maioria das bombas está super-dimensionada. O valor para o qual os circuitos foram projetados nunca é alcançado na prática. O pior é que como a manutenção não ocorre da forma ideal, a maior parte das bombas opera fora do seu ponto operacional ótimo, acarretando vibrações, ruídos, calor e até mesmo podendo em caso de cavitação implicar na destruição das partes mecânicas. Todas essas ineficiências podem ser hoje monitoradas em tempo real por sistemas de automação e ações automáticas podem ser disparadas para corrigir esta situação.

O caso mostrado para as bombas pode ser estendido para todo tipo de equipamento cujo funcionamento seja importante para o consumo energético ou apenas para o gerenciamento de ativos: caldeiras, aquecedores, secadores, trocadores de calor, ventiladores de tiragem, compressores, filtros de manga, filtros prensa, filtros rotativos, etc.

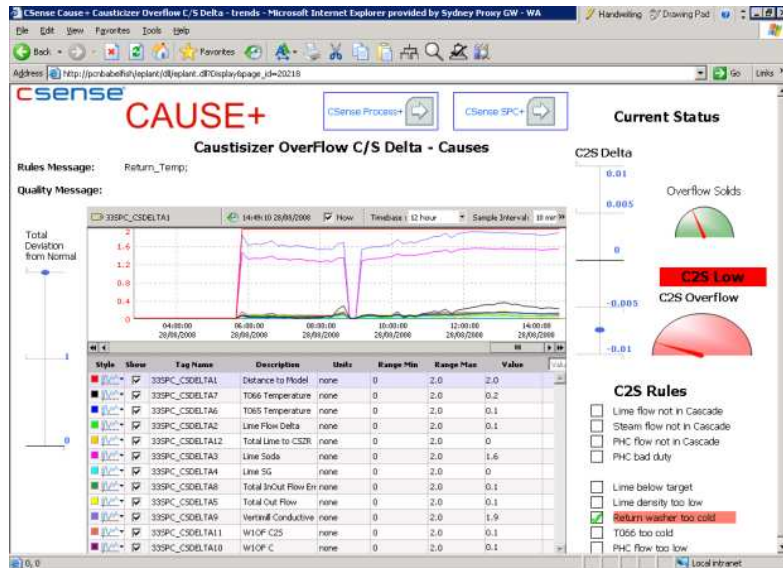
Esse gerenciamento pode ser feito utilizando-se um sistema genérico como um PIMS ou softwares especializados (*Condition Based Maintenance systems*) contendo o modelo matemático do processo. No caso de se fazer a opção pelo PIMS os módulos de cálculo e de gerenciamento de ativos devem ser utilizados em complemento às ferramentas básicas de histórico de dados.

Os novos sistemas para gerenciamento de ativos utilizam modelos para cada tipo de equipamento para dizer quando o mesmo opera de forma ineficiente, apontando a causa do problema.

O processo de combustão é um dos principais alvos da otimização energética. Na indústria petroquímica os gastos de energia correspondem a 50% dos custos industriais (Dow Chemical). O processo de combustão consiste em combinar gases ou outros tipos de combustível que depois são queimados para produzir calor em algum tipo de forno, estufa, secador, etc. Inicialmente, gases de poderes caloríficos diferentes podem ser combinados para a produção do gás de combustão. Depois de gerar um gás de poder calorífico estável ele deve ser dosado com oxigênio a fim de se obter uma relação estequiométrica perfeita. Coloque mais gás e haverá formação de CO, e uma queima incompleta. Coloque mais oxigênio e poderá haver formação de NOx. Ambos os efeitos são danosos ambientalmente e energeticamente. Ser eficiente num processo de combustão significa operar mais próximo dos limites, e para isso se requer boas medidas das entradas e dos distúrbios do processo, assim como uma estratégia eficiente de controle automático.

Uma nova geração de instrumentos combinada com uma boa monitoração do desempenho das malhas de controle irá resultar numa combustão perfeita e estável. Sensores como TDL (*Tunable Diode Laser Analyzer*),<sup>(3)</sup> permitem detectar quando ocorre formação de CO, indicando a necessidade de enriquecer a mistura. A monitoração de malhas de controle utilizando sistemas dedicados permite detectar problemas de sintonia de malhas, ou o mau funcionamento de válvulas de controle, ou distúrbios de outra natureza como oscilações, saturação de variáveis manipuladas, etc. A partir do problema detectado e diagnosticado a manutenção pode ser acionada automaticamente, minimizando o impacto no negócio.

Outras ferramentas de diagnóstico rápido permitem correlacionar problemas de processo com suas causas mais prováveis (Figura 2), diagnosticar acoplamentos térmicos entre zonas de um forno etc.



Fonte: CSense

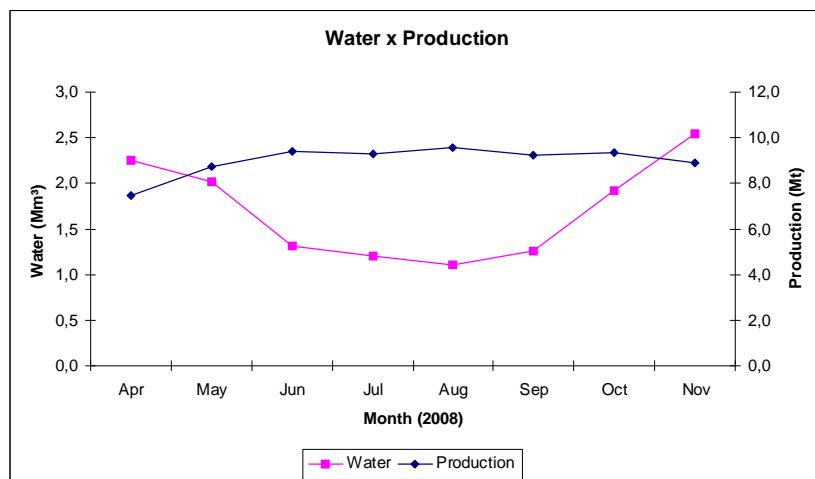
**Figura 2** – Exemplo de correlação entre problemas de processo e causas para disparar regras automáticas de correção.

### 3.3 Eficiência Ambiental

A eficiência ambiental tem relação a como utilizamos os recursos energéticos da planta, como utilizamos insumos básicos como água, outras utilidades, matérias primas, reagentes e como tratamos os resíduos do processo, lançados no meio ambiente.

A medida de emissões para a atmosfera é feita por instrumentação analítica específica. Medimos também a qualidade dos efluentes líquidos como pH, turbidez, temperatura, concentração de metais pesados, etc.

A quantidade de água nova por tonelada de produto produzido é forte indicadora da eficiência de reutilização da água. A Figura 3 mostra que a revitalização do sistema de automação para adição de água de reposição em um processo mineral permitiu reduzir o consumo de água em cerca de 15% e ainda manter e até elevar um pouco a produção de minério durante o período seco, onde anteriormente a produção era reduzida pela deficiência do controle automático para adição de água de reposição.



**Figura 3** – Redução do consumo de água de reposição de um processo mineral sem impacto na produção.



Um dos focos da automação atualmente está na comprovação de mecanismos de eficiência ambiental implementados a fim de se receber créditos de carbono das nações mais desenvolvidas que desejam manter elevados seus níveis de queima de combustíveis fósseis. O PIMS tem sido usado por uma empresa química para documentar e comprovar que o sistema de queima e eliminação de óxido nitroso está em funcionamento e operando com eficiência, eliminando a emissão do gás na planta de ácido adípico. O volume removido corresponde a cerca de 6 Milhões de toneladas/ano de CO<sub>2</sub>,<sup>(4)</sup> isso deverá render à empresa um retorno de R\$ 1 bilhão em sete anos somente para a planta no Brasil.<sup>(5)</sup>

#### 4 CONCLUSÕES

A devida concepção e implementação dos sistemas de automação de forma a atender aos objetivos do negócio permite que a eficiência proporcionada pela automação possa ser um diferencial importante para as empresas.

Todos os sistemas de automação que não estejam atendendo aos objetivos do negócio devem ser revitalizados para adequação do seu modelo funcional e integração aos processos de negócio.

O entendimento distorcido de que a automação é somente mais um ativo a ser considerado no custo dos projetos ou mesmo um requisito para automatismo operacional, impede que a automação seja devidamente tratada como capaz de proporcionar benefícios para o negócio no sentido global e não somente para melhorias de eficiência local de equipamentos e processos.

A eficiência proporcionada pela automação é a base do conceito de *Green Automation* aplicado a toda e qualquer contribuição que a automação possa dar ao meio ambiente dentro do plano de sustentabilidade das empresas.

#### REFERÊNCIAS

- 1 FONSECA, M. O; SEIXAS FILHO, C; “**Projetando sistemas de automação para o MES**”, XI Seminário de Automação de Processos da ABM, 3-5 de outubro de 2007 – Porto Alegre – RS, Brasil.
- 2 FONSECA, M. O; SEIXAS FILHO, C; BOTTURA FILHO, J. A; “**Aplicando a Norma IEC 61131 na Automação de Processos**”, ISA América do Sul, 568p. 2008.
- 3 J. D. Tate; Trevor Knittel; Maurice J. Wilkins; “**Next Generation Solutions of Energy Management through the Application of TDL (Tunable Diode Laser) Analyzer Technology**” ARC Forum 2009, Orlando.
- 4 BALDO, H. R; SANTOS, F; “**In a Blink of an Eye - PI & CDM (Clean Development Mechanism) at Rhodia, Brazil**”, OSISoft User Conference, 2007, Monterey, California, USA.
- 5 “**O ar que vale 1 bilhão de reais**”, Revista Exame de 14 de junho de 2007, disponível em:  
<http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0895/gestaoepessoas/m0131235.html>, site visitado em 15/06/2009.