

Razões para implantação de projetos de automação nas indústrias

Anna Borba (Programa de Engenharia Industrial - UFBA) anna.borba@hotmail.com

Ricardo de Araújo Kalid (Programa de Engenharia Industrial - UFBA) kalid@ufba.br

Maurício Moreno Santos (Programa de Engenharia Industrial - UFBA) mauriciomsantos@uol.com.br

Resumo:

O desenvolvimento acelerado da tecnologia vem possibilitando grandes transformações tecnológicas na vida das pessoas. Circuitos, computadores e dispositivos digitais têm se tornado cada dia mais rápidos e eficientes, permitem o desenvolvimento de aplicações mais complexas e, ao mesmo tempo, estão inseridos no dia a dia da sociedade. O setor industrial tem utilizado essas tecnologias para implantar automação e acompanhar a evolução das demandas sociais, garantir competitividade e sobrevivência das unidades fabris, o que se traduz, entre outros aspectos, em maior capacidade de produção, redução de custos e obtenção de produtos de maior qualidade. O objetivo deste artigo é apontar razões para a elaboração e execução de projetos de automação nos setores industriais, que muitas vezes não são implantados por conta da dificuldade em determinar o valor/benefício associado ao projeto. Este estudo também aponta fatores críticos de sucesso para a implantação da automação.

Palavras chave: Automação, Projetos de Automação, Benefícios Automação.

Reasons for implementation of automation projects in industries

Abstract:

The accelerated development of technology has made possible major technological transformations in people's lives. Circuits, computers and digital devices have become faster and more efficient every day. Allowing the development of more complex applications and, at the same time, being part of society's daily life. The industrial sector has used this technology to implement automation and follow the evolution of social demands and ensure competitiveness and survival of the manufacturing plants, which translates, among other aspects, into greater production capacity, reduction of costs and obtainment of higher quality products. The purpose of this article is to point out reasons for the formulation and execution of automation projects in industrial sectors, which are often not implemented because of the difficulty in determining the value / benefit associated within the project. This study also points critical success factors of implantation automation in their operation.

Key-words: Automation, Automation Projects, Automation Benefits.

1. Introdução

Segundo Rosário (2012), o mundo vem presenciando uma grande revolução tecnológica, com o desenvolvimento veloz de circuitos micro e nano-eletrônicos (cada dia mais rápidos, eficientes e com dimensões e custos reduzidos) e computadores mais potentes e capazes de resolver questões mais complexas. Isso vem causando forte impacto na Engenharia e na sociedade em geral, pois os resultados podem ser vistos não somente na capacidade de processamento na indústria, mas principalmente no dia a dia da sociedade, como por exemplo, nos sistemas mecânicos de automóveis e eletrodomésticos, tornando-os mais eficientes e confiáveis.

Essa evolução é decorrente das necessidades sociais de consumo e também da disposição

empresarial em cumprir e atender tais exigências (ROSÁRIO, 2012), e conduzir sua operação para uma maior eficiência de seus processos e, por conseguinte, para a lucratividade, competitividade e sobrevivência mercadológica (MARTIN, 2015).

Nas indústrias, essas transformações recorrentes requisitam a modernização de seus processos de produção, aumento da qualidade de produtos e redução de custos, e para isso, as organizações precisam utilizar técnicas e procedimentos que acarretem na realização de sistemas otimizados e que possam resultar em produção de bens de maior qualidade e quantidade, em menor tempo e menor custo. A automação é bastante útil para tal (ROSÁRIO, 2012).

A automação mostra-se eficaz na correção de problemas mais críticos e de maior prioridade que afetam a eficiência nas plantas, ao mesmo tempo em que pode garantir ganhos de desempenho importantes para a operação (MARTIN, 2015). O uso dessas tecnologias também pode reduzir custos e/ou fabricar produtos de qualidade superior ou de maior valor agregado (PINTO et. al, 2015). A automação pode ajudar as organizações a obter vantagens competitivas através da capacidade de aumentar o desempenho, a produtividade e a resposta da empresa às demandas do mercado e, por conseguinte, contribuem para o atingimento dos objetivos estratégicos do negócio (LAUDON; LAUDON, 2011).

Neste contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma reflexão de algumas razões para as empresas implantarem a automação em seus processos. Para tal, ele é composto de 4 seções além desta introdução. A segunda é composta pela definição da automação industrial. A terceira mostra o valor da automação para as organizações industriais. A quarta, dividida em dois tópicos, apresenta as razões para a implantação da automação industrial. A quinta mostra os fatores críticos que as empresas enfrentam com a tecnologia. Por último, são apresentadas as considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1. Automação Industrial

Para contextualizar o estudo, é preciso verificar como é abordado o conceito de automação na literatura. Historicamente, o primeiro termo usado foi o de ‘controle automático de processo’, no qual são utilizados instrumentos com as funções de medir, transmitir, comparar e atuar no processo, de maneira que a planta opere com pequena ou nenhuma ajuda humana. Com o tempo, os processos tornaram-se mais complexos, as plantas maiores e aumentaram as exigências acerca do aumento de produtividade, segurança e proteção do meio ambiente. Com isso, além do controle automático do processo, surgiu a necessidade de monitorar o controle automático. A partir daí, surgiu o termo automação (RIBEIRO, 2005).

Lamb (2015) informa que o termo automação foi concebido por um dos engenheiros da Ford Motor Company, na década de 1940, que detalhava diversos sistemas nos quais a ação humana era substituída por controles automáticos. O autor define o termo como sendo o uso de comandos lógicos programáveis e de equipamentos mecanizados, que visam substituir atividades manuais envolvendo tomadas de decisão e comandos-resposta de seres humanos.

Rosário (2012) apresenta a automação como “um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam”. Na maioria das vezes, o processo desenvolve-se da seguinte maneira: os instrumentos de medida da planta enviam sinais para um computador. Este compara tais medidas auferidas com os valores ideais e realiza operações matemáticas para gerar sinais de correção, ou seja, o sistema calcula e executa, a partir das informações recebidas, a ação corretiva mais adequada para a operação.

Parede e Gomes (2011) definem automação como meio de controle de máquinas, processos e plantas industriais, cujas aplicações buscam melhorar a qualidade de processos, otimizar os espaços, reduzir o tempo de produção e os custos, não se resumindo, portanto, a substituir o trabalho humano em tarefas exaustivas, monótonas e perigosas.

A grande transformação tecnológica que vem acontecendo ao longo dos anos possibilitou a produção de controles menores, mais flexíveis e com menores custos de implantação e modificação. Novos e mais capazes hardwares e softwares vêm sendo desenvolvidos e vêm revolucionando os comandos e controles industriais (LAMB, 2015). Também contribuíram significativamente para a disseminação da automação industrial o surgimento de microprocessadores e microcontroladores de arquitetura híbrida, aliada às novas técnicas de processamento paralelo e às redes de comunicação (PAREDE; GOMES, 2011).

A tecnologia da automação industrial foi desenvolvida para melhorar e sustentar a eficiência e a segurança nas operações industriais (MARTIN, 2015). Os fatores determinantes do advento da tecnologia, entre outros aspectos, foram/são as velozes modificações sociais como a globalização e o comportamento de consumo, associados ao avanço tecnológico, com a produção de circuitos eletrônicos, processadores e computadores cada dia mais potentes e rápidos, capazes de calcular complexas operações, tornando a operação industrial mais eficiente e confiável (ROSÁRIO, 2012). Percebe-se então que a história da automação industrial está diretamente relacionada às necessidades que a sociedade exige das indústrias e também à disposição empresarial tanto de cumprir e atender tais exigências (ROSÁRIO, 2012), quanto em conduzir sua operação para uma maior eficiência de seus processos e, por conseguinte, para a lucratividade, competitividade e sobrevivência mercadológica (MARTIN, 2015).

3. O valor da automação para as organizações industriais

Uma das maiores dificuldades da implantação dos projetos de automação é determinar o seu valor para a indústria, ou o que as soluções desta tecnologia podem entregar de valor para a organização (MARTIN, 2015). O autor afirma que a maioria dos processos industriais, de maneira simplificada, pode ser apresentada conforme a Figura 1:

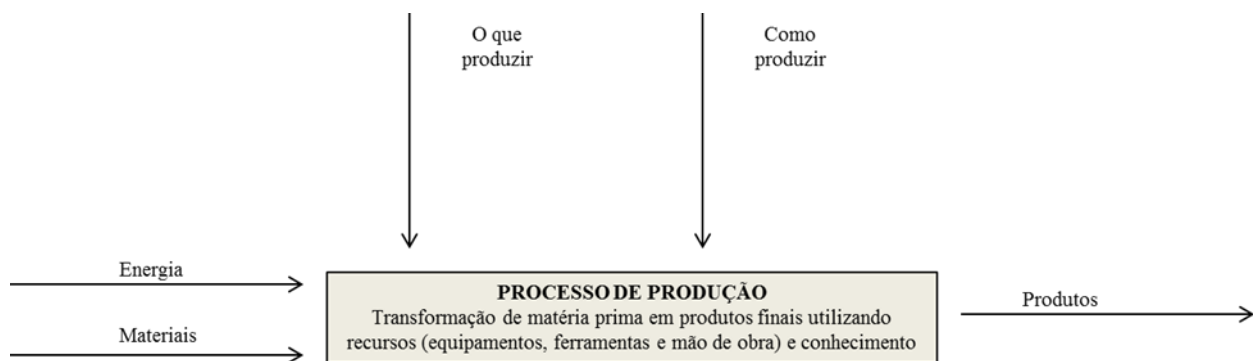


Figura 1 – Processo de produção simplificado

O processo consome energia e matéria prima e fabrica os produtos estabelecidos pela indústria. O tipo de processo depende de quais produtos estão sendo elaborados. É possível que as plantas ofereçam diversas oportunidades para melhoria da eficiência desses processos através do aperfeiçoamento nos componentes de medição e controle. Isso porque, à medida que as fábricas funcionam, a dinâmica do processo pode ser modificada, a calibração dos instrumentos pode mudar e os parâmetros de controle podem precisar de ajuste (MARTIN, 2015).

A automação vem sendo introduzida nas indústrias pela sua promessa de maior eficiência desses processos, menor carga de trabalho/menos erros dos operadores e aumento do desempenho de operadores e dos sistemas (LEE et al., 2016). Martin (2015) apresenta um modelo de eficiência, conforme Figura 2, que pode ter utilizado para analisar como a automação pode agregar valor para as indústrias:

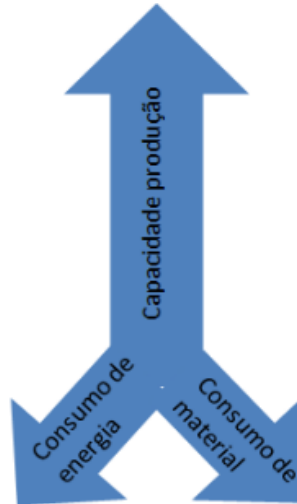


Figura 2 – Modelo de eficiência industrial

De acordo com o modelo proposto, os componentes da indústria que impactam a eficiência do processo são o consumo de energia e de material, a qualidade de produto, desperdício, segurança e integridade ambiental. Segundo o autor, o desafio das indústrias é controlar a eficiência, maximizando a capacidade de produção e reduzindo os consumos de energia e material, operando em condições seguras.

As tecnologias de automação industrial podem corrigir os problemas mais críticos e de maior prioridade que afetam a eficiência nas plantas, ao mesmo tempo em que podem garantir ganhos de desempenho importantes para a operação (MARTIN, 2015), à medida em que monitoram e controlam o processo de produção em tempo real. As ferramentas de software e hardware confrontam as informações do que foi planejado e o que realmente está sendo executado, reduzindo variabilidade, antecipando ações de manutenção, otimizando o desempenho e melhorando a confiabilidade da linha de produção. Tognetti (2016) aponta alguns propósitos organizacionais para a geração de valor:

- a) Redução dos custos de produção;
- b) Redução dos desperdícios;
- c) Maximização da utilização do parque industrial instalado;
- d) Cumprimento das normas que regulam o meio ambiente;
- e) Conhecimento completo do processo produtivo.

Dessa forma, uma das maneiras de avaliar o valor agregado pela automação seria medir financeiramente o custo da implantação das tecnologias de automação em relação às melhorias nos índices descritos nos três vetores do modelo da Figura 2 quando são convertidos em termos econômicos. Carvalho (2010), no seu estudo de caso, aponta a repercussão da automação nos indicadores corporativos de geração de valor:

- 1) Ao reduzir as oscilações de temperatura de um forno industrial e, conseqüentemente, a variabilidade de seu controle, este passou a operar de forma mais estável e com uma maior

eficiência energética, demandando menos combustível para manter a temperatura desejada. Por sua vez, uma menor demanda de combustível influenciou diretamente nos indicadores de custo da companhia no longo prazo.

2) Ao reduzir as excursões de uma válvula controladora de vazão de gás da planta analisada, reduziu-se o desgaste dos elementos móveis deste equipamento, aumentando a sua confiabilidade e sua vida útil e reduzindo a chance de falhas. Por sua vez, tal redução na incidência de falhas levou a uma queda na demanda por manutenção e a um aumento da disponibilidade da planta. Maior a disponibilidade, maior o volume de produção e melhor o atendimento à demanda externa.

Outros valores estratégicos podem ser identificados com o uso da automação, porém, são ainda mais complexos de serem medidos e avaliados, tais como resposta às mudanças de mercado, posicionamento da marca, redução do risco de acidentes em atividades perigosas e padronização dos processos, por exemplo. A determinação do valor para a organização somente será percebida se os índices propostos estiverem relacionados aos objetivos estratégicos para os quais a tecnologia foi instalada (BELTRAME; MAÇADA, 2009).

4. Razões para a implantação da automação industrial

4.1. Impactos financeiros

As organizações estabelecem metas estratégicas e técnicas para o atingimento do seu objetivo principal, que é o lucro/crescimento. Entre essas metas, está o incremento de algumas variáveis, como participação de mercado, faturamento total e número de clientes que se deseja atingir, aumento de produção e de rentabilidade. Além disso, as indústrias buscam a redução de alguns indicadores, quais sejam: variabilidade da produção; custos de processo, insumos e de operação; operação manual; riscos de acidentes; tempo de setup e startup; reprocessamento e manutenções não programadas, por exemplo (GITMAN, 2010).

Sabe-se que há benefícios quantitativos e qualitativos que possam justificar a implantação de projetos de automação, mas é difícil mensurá-los (Shinoda, 2008; Revista C & I. Controle & Instrumentação, 2014). Segundo Martin (2015), isso acontece por diversos motivos, chamados por ele de “barreiras”, sendo uma delas o fato de que o valor de negócio da automação não é facilmente medido. Nesse sentido, as três formas principais de se medir são a gestão de custos, a medição de performance por parte da equipe de projetos antes e depois da implementação da solução e os KPIs (*Key Performance Indicators*). Porém, cada empresa possui sua maneira de medir e apresentar o valor de negócio da automação e assim, ocorrem diferentes percepções de prioridade nas decisões de orçamento de capital.

Embora seja percebido de maneira diferenciada para cada organização, em geral, a relevância da tecnologia compreende os impactos da mesma em medidas convencionais de contabilidade, como performance da organização, incluindo aumento da produtividade e dos lucros, redução de custos, redução de estoques e outras medidas de performance (BELTRAME; MAÇADA, 2009). A automação utiliza dispositivos eletrônicos ou mecânicos, a fim de obter o controle de máquinas e processos, criando mecanismos que sejam capazes de produzir o melhor produto com o menor custo. Como consequência, a indústria pode obter, a redução da utilização de matéria prima, o aumento da vida útil de máquinas e equipamentos, redução do impacto ambiental, o aumento da segurança da operação na planta, a menor utilização de mão de obra e diminuição do consumo de energia (TAVARES; FRESATTI, 2003). Outras vantagens do uso da automação podem ser listadas (FIGUEIREDO, 2010):

- a) redução de custos de pessoal graças à sua substituição por máquinas;
- b) aumento da qualidade dos produtos devido à precisão das máquinas;

- c) redução de produtos em estoque em razão do aumento da produtividade;
- d) redução de perdas de produtos por conta do contínuo monitoramento e detecção de possíveis falhas;
- e) diminuição no tempo de fabricação, pois as variáveis envolvidas nos processos de produção são controladas para assegurar a precisão e o tempo para a produção.

Estes objetivos de redução ou incremento coincidem com os principais direcionadores de negócio das empresas do setor industrial (CARVALHO, 2010) e são o ponto chave para o melhoramento do desempenho da indústria. É com base neles que serão concentrados os esforços para aprimoramento dos processos (EMBIRUÇU, 2004). Neste sentido, do ponto de vista financeiro, as soluções de automação precisam apresentar benefícios mensuráveis, sejam de redução de custos ou de aumento de lucro (BAYER, ARAÚJO, 2011).

A demonstração de benefícios depende da boa estimativa dos ganhos com o controle de processo e da avaliação do desempenho da operação antes e depois da instalação da tecnologia. O passo inicial para a análise é, portanto, investigar o desempenho do sistema atual, definir as variáveis mensuráveis e críticas do processo e resumi-las em valores monetários (BAUER; KRAIG, 2008).

Embiruçu (2004) aponta as etapas seguintes da análise:

- a) através da aplicação de medidas estatísticas, as propriedades e variáveis-chave listadas na primeira etapa devem ser verificadas, para que se descubra o motivo de não estarem atingindo o desempenho desejado;
- b) A seguir, deve-se investigar os sistemas de controle e monitorização associados às variáveis que não estão tendo um desempenho satisfatório;
- c) Por fim, faz-se estimativa do impacto que os melhoramentos terão no negócio.

A análise dos custos e benefícios da implantação da tecnologia deve ser feita de maneira detalhada, avaliando a viabilidade do investimento tanto utilizando os métodos determinísticos, que incluem o tempo de retorno (TR - *payback*), o retorno de investimento (ROI), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), quanto com o uso de ferramentas estocásticas, por exemplo, avaliando os indicadores econômicos (TR, ROI, VPL, TIR) a partir da avaliação de funções de densidade de probabilidade (PDF) que considerem as incertezas das variáveis e cenários.

A metodologia da avaliação do fluxo de caixa continua sendo a mais adotada na atualidade, tanto no meio acadêmico como no profissional, e ainda é reconhecida como eficiente (OLIVEIRA; NETO, 2012). Essa análise tradicional, na grande maioria das vezes, considera dados determinísticos para previsões, ou seja, precisos. Porém, as possíveis variações nos fluxos de caixa precisam ser consideradas através de análise de riscos e incertezas (SOUZA; SILVA; SPIEGEL, 2016) o que implica em utilização de ferramentas estocásticas complementares para a análise e mensuração dos riscos inerentes a esse modelo de avaliação. Assim, cabe a utilização de técnicas de simulação que distribua as variáveis do projeto além das realizadas em análises convencionais (cenários pessimistas, otimistas e mais prováveis), dispondo-as longo de uma curva de probabilidades.

Mesmo o impacto econômico-financeiro sendo variável de acordo com cada caso específico e de acordo com as diretrizes estratégicas de cada organização, sabe-se que a redução da variabilidade permite aproximar o processo de certas restrições, o que significa, em muitos casos, otimização da operação e aumento do lucro. Neste caso, a análise da função lucro da unidade (a função econômica, juntamente com as restrições) deve revelar este fenômeno

(EMBIRUÇU, 2004).

Nesse sentido, algumas ferramentas podem melhorar a qualidade da interpretação dos dados para os tomadores de decisão sobre os impactos financeiros da automação, quais sejam: análises de sensibilidade e de riscos via Simulação de Monte Carlo, métodos baseados nos conceitos dos conjuntos fuzzy e métodos de avaliação de opções reais (OLIVEIRA; NETO, 2012).

4.2. Vantagens competitivas da automação

Gradativamente, as etapas de fabricação têm passado por mudanças tecnológicas, no intuito de permanecerem rentáveis diante da tendência de mudança no perfil de consumo e do constante aumento dos custos de produção (MARTIN, 2014). A tecnologia vem transformando o modo operacional das empresas e afetando todo o processo de criação de produtos, no intuito de criar valor para os consumidores (PORTER, 2009).

Porter (2009) afirma que, para conquistar vantagem competitiva sobre os concorrentes, as empresas precisam desempenhar as suas atividades de modo a conquistar diferenciação e agregar valor aos seus produtos. Para o autor, é possível às empresas se diferenciarem dos seus concorrentes, tanto em preços quanto em custos, através da aplicação de melhores práticas e do seu posicionamento estratégico. As indústrias mais competitivas operam com menores custos (projetando, fabricando e comercializando de maneira mais eficiente) e/ou de modo diferenciado, com produtos de qualidade superior ou de maior valor agregado.

Dentre razões de redução de custos e acentuação da diferenciação promovidas pela automação e que proporcionam vantagens competitivas, é possível citar (PINTO et. al, 2015):

- a) Soluções gerais de economia: os equipamentos podem ser programados para, por exemplo, desligar automaticamente quando não estiverem em uso e reaproveitar automaticamente os recursos renováveis, como a água.
- b) Redução do consumo de energia: soluções de automação industrial são capazes de monitorar o consumo, ajustando-o à demanda produtiva, além de indicar pontos de mau funcionamento de equipamentos.
- c) Redução das pausas do processo produtivo: a tecnologia utiliza softwares inteligentes, com autodiagnóstico, que contribuem para a manutenção e diminuição do tempo de reparo dos equipamentos.
- d) Redução da variabilidade: consta como uma das mais importantes, visto que o monitoramento constante do comportamento das variáveis críticas do processo, aumenta as suas chances de permanecer nas especificações desejadas. Com a maior confiabilidade dos resultados, é possível trabalhar em uma região próxima ao ponto de operação ótimo, o que se converte em ganhos econômicos de aumento da capacidade de produção da planta, redução de produtos fora da especificação, extensão da vida útil dos equipamentos e redução do tempo de produção (BRAND, 2009).

O uso de tecnologia favorece a obtenção de vantagens competitivas, à medida que produz produtos diferenciados e feitos com precisão e qualidade, aumenta a produtividade e reduz custos, ou seja: elimina ineficiências e colabora para o alcance dos objetivos de longo prazo da organização (PORTER, 2009).

5. Fatores chave para a implantação da automação

Ao considerar a automação industrial, as indústrias muitas vezes se deparam com muitas questões e alternativas a resolver, como as demandas internas da planta, identificação e

contratação de fornecedores e conflitos de investimentos, por exemplo. Para responder essas questões, deve-se analisar os pontos críticos que necessitam de resultados satisfatórios e que asseguram uma performance competitiva bem sucedida para a organização, através dos quais é possível atingir os objetivos propostos pela empresa (BEUREN, MARTINS, 2001). É possível listar:

a) Planejamento: segundo Dantas e Junior (2003), o sucesso de uma empresa está na sua capacidade de análise e adequação às rápidas mudanças decorrentes das evoluções que se processam na indústria, no comércio, nas tecnologias e na economia. Assim, deve-se considerar a elaboração do planejamento como instrumento de análise das perspectivas mercadológicas, bem como de ajuda na estruturação de planos de ação de longo e curto prazo que direcionem a empresa ao atingimento dos seus objetivos estratégicos. O planejamento serve de base para todas as atividades que serão implementadas na empresa e é o tema mais importante na implantação de tecnologia de automação, devendo considerar, entre outros pontos, o projeto, investimentos, mudanças tecnológicas e sociais, manutenção do sistema e novas necessidades.

b) Diagnóstico organizacional/mapeamento de processos: essa investigação é fundamental na identificação do estado atual da organização e das tecnologias presentes: softwares, aplicativos, telecomunicações, equipamentos e instrumentação industrial, bem como os processos fundamentais da área e quais deles podem ser automatizados, assim como os gargalos e dificuldades de gestão e execução operacional. Os objetivos são identificar dificuldades e oportunidades para desenvolvimento, equilíbrio e lucratividade. A partir de um marco inicial, identificam-se quais processos são prioritários e trarão mais ganhos ou menos perdas para a organização e se estabelecem estratégias de infraestrutura de negócios, que proporcionem a implantação da tecnologia para gradual automação da empresa (DANTAS; JUNIOR, 2003).

c) Análise de recursos: sem a devida análise dos recursos disponíveis, possivelmente a empresa enfrentará dificuldades bastante significativas no resultado da implantação da automação. A presença de pessoal qualificado para as novas funções, associada à existência de uma sistemática adequada de treinamento e acompanhamento, facilita o uso da tecnologia. Também é preciso avaliar se há correta distribuição ou dificuldade de aplicação dos recursos financeiros e suficientes e adequados espaços físicos disponíveis (SELEME E SELEME, 2011).

d) Controle: a implantação e continuidade da automação dependem do estabelecimento de controles técnicos e não técnicos na planta, tais como produtos, atividades, satisfação dos usuários, nível de utilização e desempenho da planta como um todo. Os controles devem ser suficientes para evitar a ocorrência de erros após a implantação da tecnologia, garantir o cumprimento do planejamento estratégico, assegurar a qualidade dos produtos, evitar a ocorrência de retrabalhos e verificar a validade dos custos e benefícios declarados anteriormente (ZUGE, 2014).

6. Considerações finais

Neste artigo mostrou-se, através da literatura explorada, que a automação industrial é uma das estratégias que as indústrias podem adotar para se adaptar às transformações tecnológicas e de mercado estão ocorrendo em ritmo cada dia mais veloz. Para isso, se utilizam de técnicas e procedimentos que acarretem na realização de sistemas otimizados e facilitadores de processos, que possam resultar em produção de bens de maior qualidade e quantidade, em menor tempo e menor custo.

O grande obstáculo para a implantação da automação é determinar a agregação de valor que a

mesma traz para a indústria, ou o que as soluções desta tecnologia podem entregar de valor para a organização. Uma das maneiras de avaliar o valor agregado pela automação é medir financeiramente o custo da implantação das tecnologias de automação em relação às melhorias nos índices-chave da empresa, pois, um dos fatores do sucesso da implantação de um projeto é a demonstração do retorno econômico do investimento realizado para a sua elaboração e execução.

Foram apresentadas nesse estudo duas razões para implantação da automação industrial. A primeira refere-se à geração de lucro ou crescimento. O uso da automação pode implicar em redução da variabilidade nos processos, permitindo a sua aproximação de certas restrições, o que significa, em muitos casos, otimização da operação e aumento do lucro. Isso deve ser mensurado através da avaliação do fluxo de caixa, seja do ponto de vista determinístico seja utilizando métodos estocásticos, que consideram análises de riscos e incertezas. A segunda razão é a obtenção de vantagens competitivas, conquistadas à medida que, pois, com o uso da automação a indústria torna-se capaz de produzir produtos diferenciados e feitos com precisão e qualidade; aumenta a produtividade e a velocidade de resposta às demandas do mercado e reduz custos.

Por fim, foram avaliados alguns pontos críticos para o sucesso da implantação da automação industrial, quais sejam: planejamento, diagnóstico organizacional, análise dos recursos financeiros, de pessoal e de espaço disponíveis e estabelecimento de controles que garantam o atingimento dos objetivos estratégicos empresariais.

Referências

- BAYER, F., ARAÚJO, O.** *Curso técnico em automação industrial: controle automático de processos*. 3. ed. – Santa Maria : Universidade Federal Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. 92 p. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_automacao/quinta_etapa/controle_automatico_processos_2012.pdf>. Acesso em 18 dez. 2016.
- BELTRAME, M., MAÇADA, A.** *Validação de um Instrumento para medir o Valor da Tecnologia da Informação (TI) para as organizações*. Revista Organizações em Contexto, 5(9), 1-23, 2009. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/5930/validacao-de-um-instrumento-para-medir-o-valor-da-tecnologia-da-informacao--ti--para-as-organizacoes/i/pt-br> > Acesso em 31 ago 2017.
- BEUREN, I., MARTINS, L.** *Sistema de informações executivas: suas características e reflexões sobre sua aplicação no processo de gestão*. Revista de Contabilidade e Finanças. Vol.12, nº 26, São Paulo, mai./ago. 2001.
- BRAND, F.** *Modelo de Inferência de Variabilidade: traduzindo o desempenho de malhas de controle em alteração de variabilidade*. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- CARVALHO, F. B.** *Estimação de ganhos financeiros em projetos de automação e controle – uma proposta metodológica e estudos de caso*. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- DANTAS, M. JUNIOR, J.** *Planejamento estratégico da automação industrial em uma perspectiva de alinhamento estratégico*. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003. Ouro Preto, Minas Gerais. Anais.
- EMBIRUÇU, M.** *Estimativa de Benefícios em Projetos de Controle Automático de Processos*. Salvador, EP/UFBA, 2004.
- FIGUEIREDO, B.** *Melhoria da qualidade de processos industriais através da automação e da reprogramação do sistema supervisorio*. Fortaleza, CE, 2010.
- GITMAN, L.** *Princípios de Administração Financeira*. Ed. Pearson Education do Brasil, 2010. 800 p.
- LAMB, F.** *Automação Industrial da Prática*. Porto Alegre, RS: AMGH Editora, 2015. 360 p.
- LAUDON, C.; LAUDON, P.** *Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital*. 9.ed. São Paulo: Pearson Education - Br, 2011.
- LEE et al.** *Optimization of automation: III. Development of optimization method for determining automation rate in nuclear power plants*” Annals of Nuclear Energy, Volume 95, September 2016, Pages 64-74. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2016.04.047>> Acesso em: 10 jul. 2017.

- LUCION, C.** *Planejamento Financeiro*. Revista Eletrônica de Contabilidade. v.1, n.3, 2005. Disponível em: http://nc-moodle.fgv.br/cursos/centro_rec/docs/planejamento_financeiro.pdf. Acesso em 21 fev. 2017.
- MARTIN, C.** *Automação e manutenção entre as vantagens competitivas dos players de celulose e papel*. Revista O Papel, ano LXXV, nº 7, jul. 2014.
- MARTIN, P.** *The Value of Automation. The Best Investment na Industrial Company Can Make*. North Carolina, USA: International Society of Automation (ISA), 2015. 219 p.
- OLIVEIRA, M.; MEDEIROS NETO, L.** *Simulação de Monte Carlo e valuation: uma abordagem estocástica*. REGE Revista de Gestão, São Paulo, v. 19, n. 3, jan. 2013. ISSN 2177-8736. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rege/article/view/49927/54048>>. Acesso em: 07 set. 2017.
- PEREIRA, I., GOMES, L.** *Eletrônica: Automação Industrial*. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. 103 p. Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v. 6. Disponível em: <http://eletro.g12.br/arquivos/materiais/electronica6.pdf> Acesso em: 19 Ago. 2017.
- PINTO, J., et al.** *Avaliação dos ganhos de produtividade e redução de custos gerados pela automação de processo em uma empresa calçadista: um estudo de caso*. Revista Espacios. Vol. 36, nº 16, ano 2015. Pág. 6. Disponível em: < <http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361606.html> > Acesso em 24 ago. 2017.
- PORTER, M.** *Competição: Estratégias Competitivas Essenciais*. Edição Revista e Ampliada. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2009, 584 p.
- RIBEIRO, M.** *Automação Industrial*. Salvador: Tek Treinamento e Consultoria, 2005. 498 p. 5ª edição. Disponível em: http://minhateca.com.br/cilaine/Documentos/Automacao+Industrial+-+Marco+Antonio+Ribeiro+-+5*c2*aa+Edicao,249620569.pdf Acesso em 19 Ago. 2017.
- ROSÁRIO, J.** *Automação Industrial*. São Paulo, SP: Editora Baraúna, 2012. 516 p.
- SELEME, R., SELEME, R.** *Automação da Produção: uma abordagem gerencial*. Paraná: Editora IBPEX, 2011, 220 p.
- SOUZA, SILVA, SPIEGEL.** Para além do VPL e da TIR: aplicação de métodos analíticos estocásticos à avaliação de projetos: estudo de cenários de negócios do mercado de cervejas artesanais. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (online), Rio de Janeiro, v. 21, n.3, p. 74 - p. 94, set/dez., 2016. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rcmccuerj/article/view/27397> Acesso em: 7 set. 2017.
- TAVARES, E., FREZATTI, F.** *Análise da decisão de investimentos em sistemas integrados de informação: possíveis modelos e suas influências no processo decisório*. Revista de Contabilidade do Mestrado de Ciências Contábeis da UERJ. v.8, n.2, 2003, p.107. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rcmccuerj/article/view/5603/4083>. Acesso em 18 dez. 2016.
- TOGNETTI, E.** *Controle de Processos Industriais*. Notas de aula, Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica). Universidade de Brasília – UnB, 2016. Disponível em: < http://www.ene.unb.br/adolfo/Lectures/IEM/IEM_2016_Mecatronica_Eng_Quimica.pdf > Acesso em 22 de ago. 2017.
- ZUGE, C.** *Alinhamento do Planejamento Estratégico com o Plano Diretor da Automação Industrial em Pró do Desenvolvimento Sustentável*. 2014. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Energia e Automação Elétricas) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.