

MANIPULADOR ROBÓTICO SCARA NA INDÚSTRIA: estudo de caso em sistema de paletização de fármacos*

Ronaldo Trainotti Santos**
Ulisses da Silva Cardoso***
Desireê Siqueira****
Ariano de Albuquerque Miranda*****
Luis Fernando Quintino*****
Wesley Barbosa de Oliveira*****
Marcel Tavares Coelho*****

RESUMO

Com a competitividade do mercado atual, empresas investem em tecnologias a fim de melhorarem seus processos e resguardar a saúde e integridade dos trabalhadores envolvidos, visando a maior lucratividade com menor risco de acidentes. Desta forma, o artigo descreve uma aplicação do robô SCARA para paletização de fármacos em uma indústria do segmento, reduzindo o índice de manipulação humana no processo e assim diminuindo o número de afastamentos de trabalhadores que estejam ligados diretamente ao processo, que entre 2006 e 2014, foram registrados e concedidos 21.197 benefícios referentes a afastamentos de trabalhadores nas indústrias devido a lesões ocasionadas por movimentos repetitivos. Com a aplicação do robô manipulador no processo, o resultado esperado conforme declarado acima, é a diminuição do índice de afastamento, pois o robô manipulador irá executar o mesmo movimento do braço humano nesta atividade.

Palavras-chave: Paletização; Robô; Trabalhador; SCARA.

ABSTRACT

With the competitiveness of the current market, companies invest in technologies in order to improve their processes and protect the health and integrity of the workers involved, aiming for greater profitability with lower risk of accidents. Thus, the article describes an application of the SCARA robot for palletising drugs in a segment of the industry, reducing the human manipulation index in the process and thus reducing the number of removals of workers are link directly to the process. That between 2006 and 2014, 21,197 benefits were registered and granted for workers' leave in industries due to injuries caused by repetitive movements. With the application of the robot manipulator in the process, the expected result as stated above is the decrease of the spacing index, because the robot manipulator will perform the same movement of the human arm in this activity.

Keywords: Palletizing; Robot; Worker; SCARA.

*Artigo apresentado como parte curricular do curso de Engenharia Eletrônica com Ênfase em Automação Industrial da Faculdade Carlos Drummond de Andrade: São Paulo

**Graduando em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Eletrônica da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: ronaldo.trainotti.santos@gmail.com

***Graduando em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Eletrônica da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: pazuku@hotmail.com

****Graduanda em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Eletrônica da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: desiree.s@hotmail.com

*****Graduando em Engenharia Eletrônica com Ênfase em Eletrônica da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. E-mail: ariano.amiranda@gmail.com

*****Professor de Engenharia da Faculdade de Tecnologia Carlos Drummond de Andrade. E-mail: luis.quintino@outlook.com

*****Professor da Engenharia da Faculdade de Tecnologia Carlos Drummond de Andrade. E-mail: wesley_oliveira@hotmail.com

*****Professor de Engenharia da Faculdade de Tecnologia Carlos Drummond de Andrade. E-mail: marceltc@uol.com.br

1 INTRODUÇÃO

Hoje as indústrias farmacêuticas passam por um momento de crescimento e expansão de suas atividades. Isso ocorre graças aos investimentos públicos e privados. De um lado, o Ministério da Saúde (MS) como principal comprador oferece uma série de estímulos para facilitar e incentivar a produção nacional de medicamentos. O MS possui um orçamento de R\$ 35 bilhões para aquisição de medicamentos até 2016 – o maior valor investido pelo Governo Federal. (PORTAL FARMACÊUTICO, 2013).

Este estímulo à produção faz com que as indústrias invistam em máquinas e equipamentos, como também em mão de obra humana. Porém a modernização de uma fábrica ou simplesmente um processo leva um tempo maior que os prazos de entrega de grandes lotes de produção. Sendo assim, para suprir tal demanda, as empresas contratam mais funcionários e aumentam seus turnos e jornadas de trabalho. Assim os trabalhadores muitas vezes são submetidos a jornadas de trabalho intensas e, devido ao ritmo acelerado da produção, muitas vezes trabalham com posturas inadequadas, elevação de cargas desproporcionais e situações de estresses. (ALENCAR, 2005)

Segundo o 1º Boletim Quadrimestral sobre Benefício por Incapacidade (2016) do Ministério da Previdência Social (MPS), as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) são as principais causas por afastamentos de trabalhadores, sendo que as lesões de ombro foram responsáveis pela concessão de, em média, 21.197 benefícios anuais entre 2006 a 2014.

O processo de paletização manual consiste em organizar sobre um estrado de madeira chamado de pallet os produtos de tal forma que eles se mantenham estabilizados e que durante o transporte não se movimentem (ORTIZ; SELITO, 2013). A montagem manual do pallet é uma atividade que vem causar inúmeros problemas pelo excesso de movimentos repetitivos, no que tange a retirada do produto da linha de produção para colocação e organização nos mesmos. Portanto, o trabalhador estará sempre exposto a algum tipo de doença relacionada a esta atividade.

Uma solução para a problemática exposta acima está na utilização de robôs paletizadores, porém, dada a grande variedade de tamanhos e formas de produtos, há uma dificuldade em realizar um setup rápido, algo que muitas vezes inviabiliza o investimento em tal equipamento.

Assim, o presente artigo apresenta uma estratégia de programação de robôs SCARA (*Selective Compliant Articulated Robot Arm*) (BATTISTELLA; PIERI; STEMMER, 1999), baseado em um sistema SCADA (*Supervisory Control and Acquisition Data System*) Zhu (2011).

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Indústrias Farmacêuticas

Hoje, as indústrias farmacêuticas brasileira passam por um bom momento, diferente de outros setores industriais. O Ministério da Saúde, tem investimento previsto de R\$ 3,6 bilhões em pesquisas e desenvolvimentos até dezembro de 2017 (INTERFARMA, 2015).

Ainda no sentido de mercado aquecido, o setor registrou nos últimos 12 meses, encerrado em maio, uma alta na receita de 12%, passando de R\$ 39,2 bilhões para R\$ 43,9 bilhões. As vendas também cresceram neste período, subindo de R\$ 123,7 bilhões para R\$ 134,4 bilhões (INTERFARMA, 2015).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Medicamentos Genéricos no primeiro semestre de 2016 foram comercializados 534,6 milhões de medicamentos genéricos, gerando uma receita de R\$ 24,1 bilhões (PRÓGENÉRICOS, 2016).

O processo industrial farmacêutico é complexo, vinculando-se as políticas industriais, científicas, tecnológicas e de saúde (MELO, 1999) sendo regido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 17 de 16 de abril de 2010 que trata das “Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos” (ANVISA, 2010). Para que esse processo seja bem-sucedido, deve-se empregar alta tecnologia, mão de obra qualificada em diversas funções e altos investimentos financeiros (MELO, 1999).

A evolução tecnológica tem proporcionado grande avanço no setor industrial, pois com a integração da eletroeletrônica com a mecânica e a informática a planta industrial tornou-se mais ágil (GEVARD; *et al* 2009). Desde a entrada da matéria-prima até a saída do produto temos estas três áreas da engenharia interligadas intrinsecamente.

De acordo com Chia (2014) as empresas buscam cada vez mais a redução de custos, aumento de produtividade e diminuição dos riscos ergonômicos aos trabalhadores com a instalação de robôs em suas linhas de produção. Já para Carreira (2012) robôs manipuladores

utilizados nas indústrias tendem a imitar o braço humano para realizar as tarefas e para Silva (2010), os robôs acabam ajudando os trabalhadores, pois tornam suas tarefas mais eficientes.

Pode-se destacar como benefícios a flexibilização dos processos de produção para elaboração de diferentes produtos assim como a diminuição da manipulação manual e armazenamento intermediário no processo, a melhoria da qualidade assegurada dos produtos com a possibilidade de verificação do estado do material no processo tendo a confiabilidade da informação disponível e o aumento da velocidade e eficiência na transferência entre as etapas do processo, incrementando a produtividade (VALLEJO; VALLEJO, 2006).

Para se evitar perdas de produção, as empresas buscam automatizar seus processos, visto que o índice de afastamentos por LER no Brasil é alto. No período analisado entre 2006 a 2014, a concessão do benefício auxílio-doença previdenciário relacionado a LER chegou a 109.239, porém com queda de 35%, pois no primeiro ano analisado (2006) o número era de 168.889, porém a concessão do benefício auxílio-doença por Acidente de Trabalho teve, no mesmo período, um aumento de quase 215%, passando de 10.535 em 2006 para 33.173 em 2014 (MPS, 2016). A figura 1 demonstra essas evoluções:

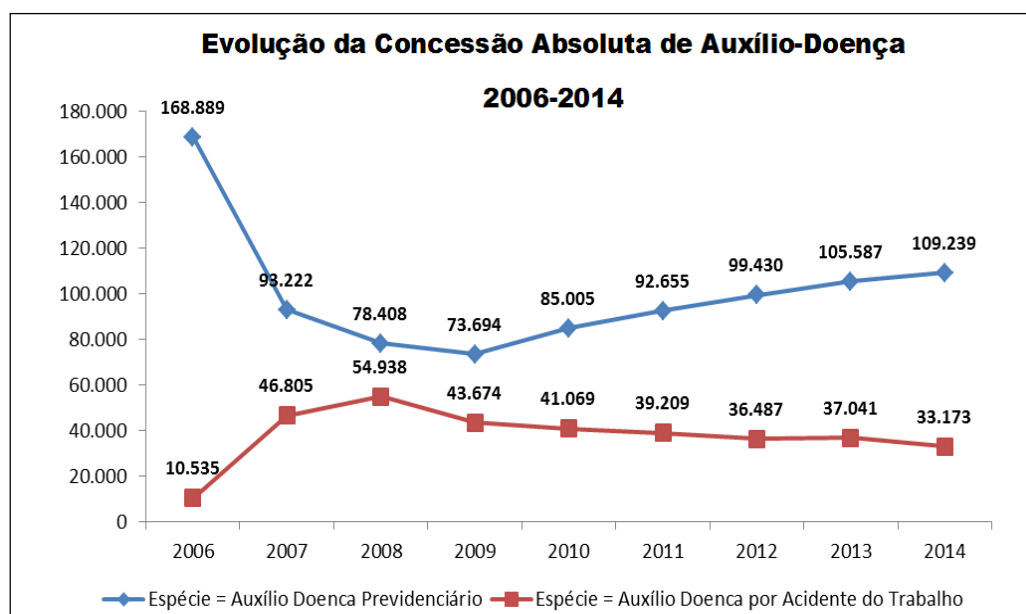


Figura 1: Evolução da Concessão de Auxílio-Doença entre 2006 à 2014.
Fonte: Adaptado – 1º Boletim Quadrimestral sobre Benefício por Incapacidade, 2016

A implantação de robôs nas indústrias vem substituir o trabalho humano em locais onde a capacidade humana chegou ao limite e também pelo fato de muitos ambientes industriais serem insalubres ou as atividades executadas muito repetitivas, causando os afastamentos por LER (MIES,2010; GOUVÊA; *et al* 1999).

As indústrias de fármacos ainda estão tímidas com relação a implantação de robôs em suas linhas. Observa-se pelo estudo realizado pela IFR (*International Federation of Robotics*) realizado em 2014 e divulgado em 2015 que, cerca de 100.000 robôs estarão atuando nas produções automotivas, enquanto nas indústrias químicas esse número, estimado, é de menos de 20.000 robôs (WORLD ROBOTICS, 2015). Nesse mesmo estudo, estima-se que no Brasil haja, em 2018, 18.300 robôs em operação, porém esse valor é pouco mais de 5% da quantidade instalada na América do Norte (Canadá, México e Estados Unidos), que possui previsão de 323.000 robôs em operação.

Com esses números observa-se que o Brasil tem muito a crescer com relação a utilização de robôs, principalmente em locais onde a segurança do trabalhador é vital.

2.2 Manipulador automatizado

De acordo com a Norma ISO 8373, um robô industrial é definido como um manipulador multifuncional controlado automaticamente, capaz de ser programado e reprogramado, possuindo no mínimo três eixos, podendo ser fixos ou móveis para utilização em aplicações de automação industrial (SILVA, 2010).

O robô SCARA, conforme figura 2, é um braço manipulador com grande utilização na indústria por possuir quatro graus de liberdade, sendo três articulações rotatórias e uma prismática, sendo assim bem visto na utilização de paletização de produtos. (ALBÁN, 2006).



Figura 2: Robô SCARA EPSON
Fonte: Manual de Operação Robô Scara Epson LS 3

2.3 Software de programação

O software que gerencia toda a atividade do robô SCARA da Epson é o RC+ 7.0. Este é um software proprietário, fornecido junto com o manipulador para que o mesmo opere dentro de seus limites e com segurança. Através deste, torna-se possível a realização todas as configurações necessárias, do ponto de vista de movimentos, manipulação e depósito do produto de forma ágil e segura.

Sempre que for necessária uma atualização de produto a ser paletizado, será de suma importância a presença de um programador capacitado, pois a segurança na hora de realizar tal programação é vital, visto que o manipulador é uma máquina em movimento e, caso esse movimento seja executado de maneira errônea pode vir a causar danos a planta e em caso de operadores próximos, até fatais.

Na figura 3 é apresentada a tela de programação do software RC+ 7.0 da Epson.

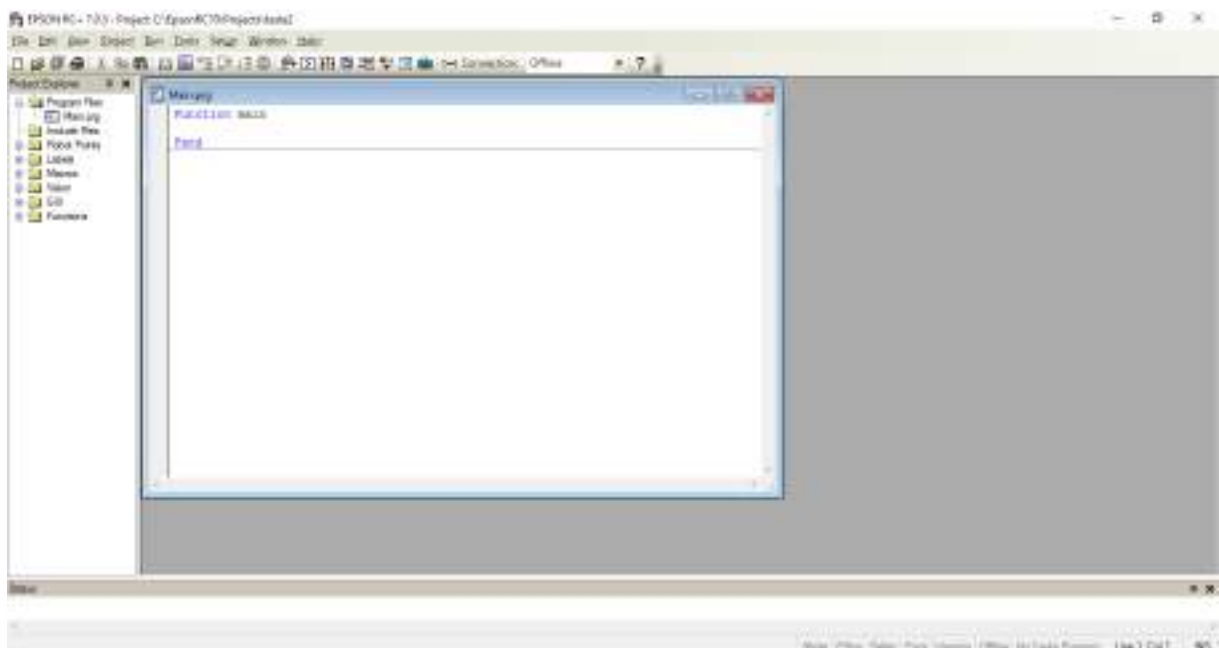


Figura 3: Tela Inicial de Programação do robô SCARA EPSON

Fonte: Computador de Configuração do robô SCARA – Laboratório de Eletrônica Industrial, Fac. Carlos Drummond de Andrade

2.4 Visão Computacional

Para uma melhor experiência na manipulação de objetos, torna-se imprescindível a utilização de câmeras, capazes de reconhecer os objetos a serem movimentados. A utilização da visão computacional auxilia neste processo, pois com ela é possível acompanhar o posicionamento de cada objeto dentro da célula de trabalho. Porém a visão computacional,

ainda é um assunto muito complexo, pelo fato de ser um sistema tecnológico a ser comparado com um sistema biológico. (FILHO, SOARES E TUSSET, 2010).

Para que isso possa ser realizado de forma a garantir a qualidade desejada, o estudo do Processamento Digital de Imagens (PDI) é essencial, do ponto de vista a garantir uma atividade segura e precisa. O sistema PDI é dividido em seis etapas: aquisição, pré-processamento, segmentação, representação e descrição, reconhecimento e interpretação e resultados. (FILHO, SOARES E TUSSET, 2010). Cada item trata de uma etapa do processo de captação da imagem e assim informar para o manipulador qual ação realizar.

A figura 4 apresenta a imagem captada pela câmera. Essa imagem será processada internamente pelo software de tal maneira a informar a posição atual do objeto e assim processar o próximo ponto de posicionamento objeto seguinte.



Figura 4: Imagem da área de paletização

Fonte: Autores - Laboratório de Eletrônica Industrial. Fac. Carlos Drummond de Andrade

2.5 Inversor de Frequência

Para que haja um controle preciso dos produtos disponíveis na área de manipulação é de fundamental importância o controle da velocidade da esteira transportadora. Esse controle será possível através da programação do Inversor de Frequência.

O Inversor de Frequência é um equipamento eletrônico capaz de controlar a velocidade de motores de indução trifásica, sendo esse conjunto muito utilizado nas indústrias. Seu conceito de operação tem como princípio a conversão da corrente alternada, fornecida pela rede elétrica da concessionária ou através de um gerador, em corrente contínua, onde dispositivos eletrônicos de potência controlados serão os responsáveis por converter essa corrente contínua em alternada, com a diferença que a partir deste ponto a corrente fornecida

para o motor sofrerá um controle mais preciso e através de programação própria do Inversor essa precisão será refletida na velocidade aplicada ao motor da esteira que atuará na entrega dos produtos na área de manipulação. Através da interligação entre o CLP e o Inversor caso ocorra alguma falha no processo a velocidade poderá ser reduzida ou até mesmo interrompida em caso de emergência (OLIVEIRA; *et al* 2016).

Na figura 5 é ilustrada a imagem do Inversor de Frequência da SIEMENS.



Figura 5: Inversor de Frequência MICROMASTER
Fonte: Manual de operação Inversor MICROMASTER 420 SIEMENS

2.6 CLP – Controlador Lógico Programável

Atualmente pela dinâmica das indústrias faz-se necessário uma centralização de comandos a fim de facilitar tanto uma implementação quanto a manutenção do sistema. Com isso surge o CLP (Controlador Lógico Programável) que, através de programação própria (Ladder) é capaz de receber os sinais de entrada, através de sensores e atuadores e realizar uma tarefa programada internamente e atuar na saída conforme o desejado, agilizando assim o processo de automação (Tavares; *et al* 2011).

O CLP é um equipamento eletrônico modular fabricado para atender diversas aplicações, sendo fornecido basicamente com uma fonte de alimentação e módulos de entrada e saída, comumente chamados de I/O (*Input/Output*). Conforme a Siemens, um dos principais

fabricantes de equipamentos industriais, uma das características do CLP é que em caso de aumento da planta industrial pode-se apenas substituir estes módulos I/O por outros de maior capacidade de acordo com o modelo utilizado.

Na figura 6 abaixo, tem-se um exemplo de um CLP.



Figura 6: CLP Siemens S7-1200
Fonte: Manual de operação CLP SIEMENS

2.7 Sequência de operação da célula de manipulação

Toda operação de uma linha de produção segue uma sequência lógica. Para que os tempos sejam precisos, deve-se monitorar toda a linha. Aqui é apresentada a sequência de entrada do produto na célula de manipulação.

O produto entrará na célula de manipulação através de uma esteira, onde a velocidade será controlada por um Inversor de Frequência e o produto será controlado pela linha de produção através de um Controlador Lógico Programável (CLP), que determinará quando o produto poderá seguir para esta área. Um sensor de presença será atuado toda vez que o produto for depositado em local próprio na célula e a câmera será ativada informando a presença do mesmo e em qual posição ele deve ser posicionado no pallet, pois caso exista um erro e seja reiniciado o processo de manipulação, o sistema do manipulador deve reconhecer onde o produto será posicionado, caso contrário o produto pode ser colocado sobre um outro, causando erros no processo. Toda vez que um pallet for completado, o software informará que

este deve ser retirado para que se inicie um novo ciclo. A figura 7 apresenta o fluxo dentro da célula.

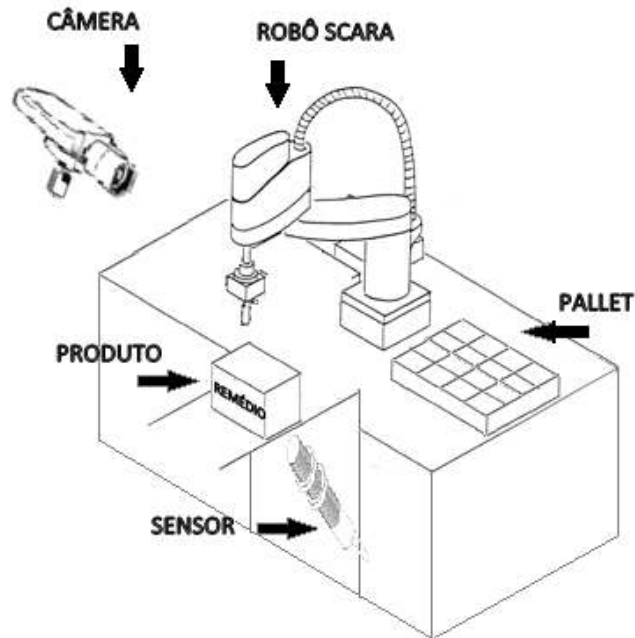


Figura 7: Fluxo do processo de paletização.

Fonte: Autores. Adaptado

2.8 Supervisório

Para que haja o controle de forma remota pode-se utilizar softwares industriais capazes de realizar leituras de sensores presentes nos locais de trabalho. Segundo Zhu (2011), um dos softwares supervisórios mais utilizados para esse controle é o SCADA que dentro de uma rede de comunicação é capaz de fornecer, através de uma IHM (Interface Homem-Máquina), toda a movimentação da produção, no caso de uma indústria, em tempo real e a distância. O SCADA têm como características básicas a aquisição e armazenamento de dados, representação gráfica e animada das variáveis do processo e monitoramento por meio de alarmes. Com o SCADA é possível realizar ações diretamente no controle do processo, a fim de modificar a evolução do mesmo, possui uma arquitetura aberta e flexível com capacidade de ampliação e adaptação, pode-se conectar com outras bases de dados e aplicações, tais como o MS-EXCEL, SQL. O operador, a distância, é capaz de verificar através de uma IHM todos os eventos comuns de um determinado trabalho e também os alarmes por falhas enviados pelos sensores e estes permanecerão armazenados para futuras consultas (SOL, 2008).

Na figura 8 é apresentado um exemplo de IHM configurada dentro do software RC+ 7.0.

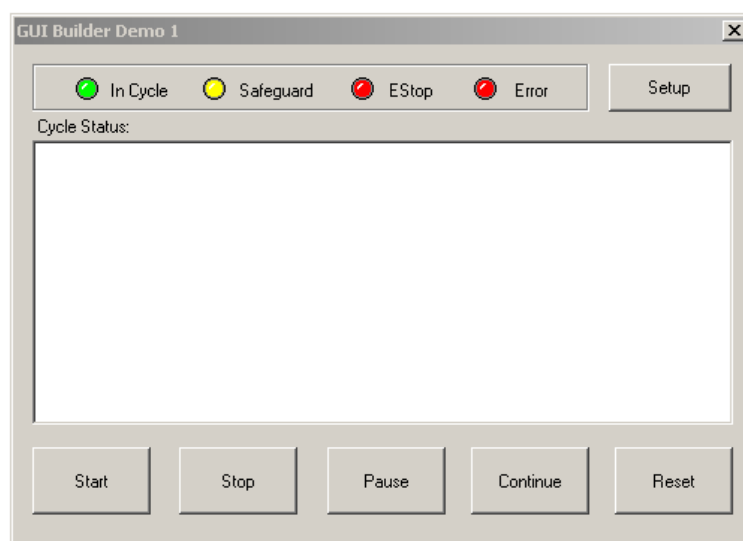


Figura 8: Exemplo de tela de um IHM

Fonte: Computador de Configuração do robô SCARA – Laboratório de Eletrônica Industrial. Fac. Carlos Drummond de Andrade

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para validar a atuação do manipulador robótico em um sistema de paletização de produtos farmacêuticos foi utilizado o Laboratório de Automação Industrial da Faculdade Carlos Drummond de Andrade. Este laboratório possui todo o sistema necessário para tal validação, pois é dotado de um sistema de envase, controlado por CLP SIEMENS modelo S7-1200 e de sistema de transporte por esteira até a área de manipulação onde o robô SCARA modelo EPSON LS3-401S está instalado, sendo o controle de velocidade da esteira realizado por um Inversor de Frequência SIEMENS modelo MICROMASTER 420 e a comunicação da planta é realizada por redes PROFIBUS e PROFINET, além de possuir uma Interface Homem Máquina (IHM) KTC600 da SIEMENS onde toda planta pode ser monitorada por ela.

Como parâmetro, foi solicitado que uma pessoa em boas condições de saúde executasse a tarefa de paletização manual durante 4 horas. Dessa forma foi possível mensurar que, se a programação de produção for de 1 produto a cada 10 segundos é possível a realização desta atividade, mas a mesma se mostra exaustiva, como relatado pela pessoa responsável da atividade. Assim, foram contabilizados 1350 produtos no período de 4 horas. Para obter resultados mais próximos aos industriais foi solicitado que a pessoa realizasse uma parada de 15 minutos para descanso, prática muito comum na maioria das empresas que realizam atividades manuais. A partir desse resultado foi realizada a programação do manipulador para

executar a mesma tarefa. Notou-se que, com o intervalo de 10 segundos por produto, o sistema nesta configuração realiza a atividade com folga, pois segundo o manual de operação do robô SCARA a movimentação máxima entre um ponto determinado e o seu retorno até este mesmo ponto é de 3 segundos. Assim optou-se por limitar a produção em um intervalo de 5 segundos por produto e sem a parada de 15 minutos.

Essa programação é realizada através do software RC+ 7.0 da EPSON. Com ele é possível visualizar, simular e realizar de forma virtual a tarefa a ser realizada pelo robô antes de realizar a transferência definitiva da programação para o robô. Assim, ao invés da produção possuir um operador de linha, passa a necessitar de um programador capacitado para realizar tal tarefa. Para a aplicação proposta foi definida a configuração do robô de acordo com o produto a ser paletizado. Uma linha de produção normalmente opera com um tipo de produto por vez, sendo realizada a configuração sempre levando em consideração as características do produto, tais como, peso, altura e largura. Para que a paletização seja realizada de forma correta, deve-se determinar a posição de cada produto no pallet e a quantidade de produtos totais para que o pallet seja retirado e entre outro para um novo ciclo. Assim, o software em conjunto com o sistema de visualização computacional será vital para que o processo transcorra de forma correta. A câmera que fará o monitoramento da área de paletização é proprietária da EPSON, sendo aplicada em conjunto próprio, o Vision Guide, assim pode-se alcançar resultados mais eficientes. Além da configuração do robô, as etapas anteriores também devem ser equalizadas para que não haja falta ou excesso de produto nas áreas de envase e transporte.

Com isso, realizou-se a programação do CLP SIEMENS S7-1200 para controle do envase. Um outro CLP SIEMENS modelo S7-300 responsável pelo controle da esteira, onde sensores instalados serão responsáveis em informar a posição de cada objeto também foi configurado para garantir que eles não se sobreponham e, caso isso ocorra a linha de produção será prejudicada. A velocidade necessária para que a esteira funcione corretamente é configurada através do inversor de frequência MICROMASTER 420 da SIEMENS, fazendo com que os produtos sejam transportados até a área de manipulação.

Para mensurar os resultados foi aplicada a seguinte fórmula:

$$Prod = (v * t) - (v * p)$$

Onde:

$Prod = \text{quantidade de produtos paletizados}$

$v = \text{intervalo entre produtos} \left(\frac{prod}{seg} \right)$

$t = \text{tempo de operação da linha de produção (seg)}$

$p = \text{tempo de parada da linha de produção (seg)}$

Abaixo tem-se o gráfico com os dados calculados:

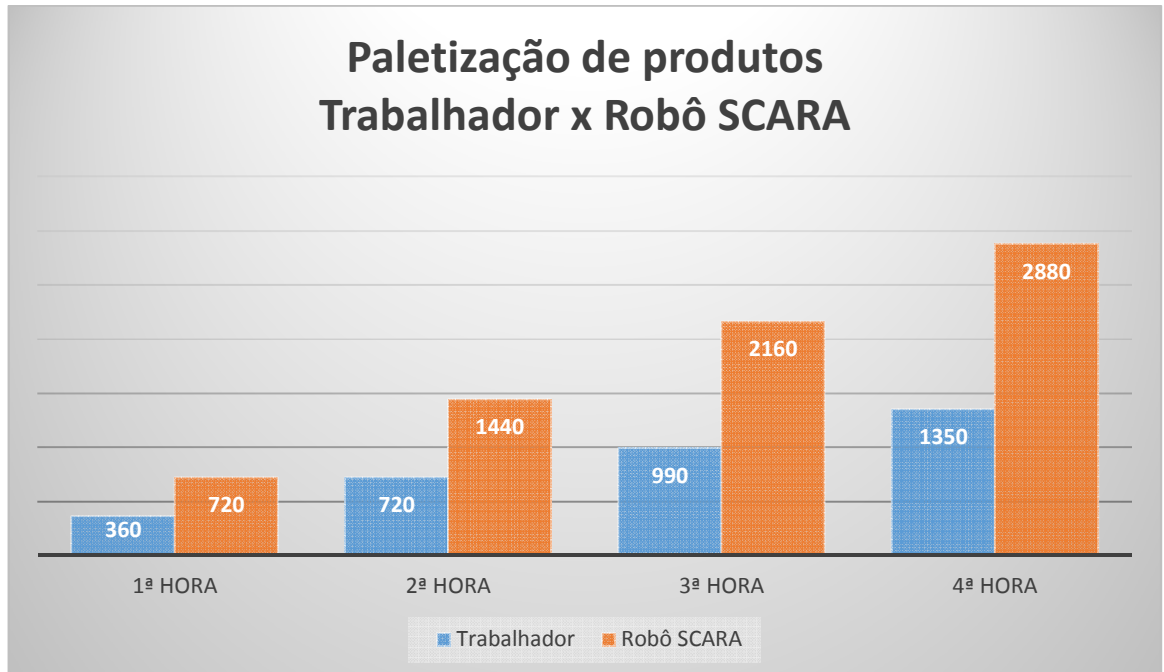


Gráfico: Quantidade de produtos paletizados. Relação trabalhador x robô SCARA

Fonte: Autores

Pelo gráfico apresentado fica claro que a produção quando implementada através do robô SCARA tem um aumento significativo pois, nota-se que na 4ª hora de trabalho a produção é mais que o dobro (213%).

Na figura 9 é representada uma planta de manipulação manual após o envase, onde o trabalhador realiza uma tarefa repetitiva, a paletização dos produtos de forma manual, e com o passar do tempo essa tarefa pode vir a causar as chamadas lesões por esforços repetitivos (LER). As etapas de controle, fundamental em qualquer linha de produção, não são apresentadas neste diagrama.

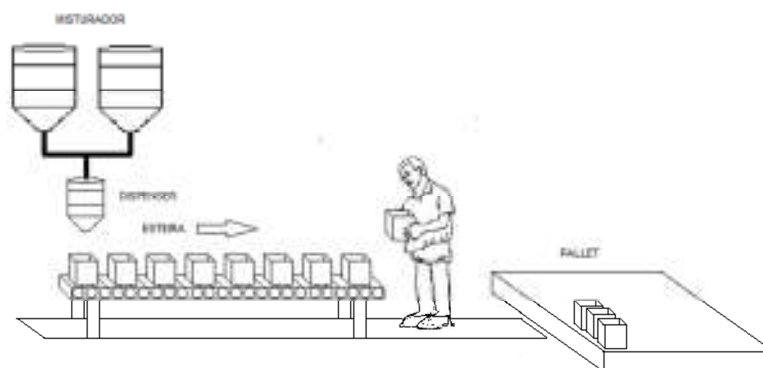


Figura 9: Linha de produção manual
Fonte: Autores

A figura 10, têm-se a representação da planta sugerida, onde o trabalhador que realizava o processo de organização do produto no pallet passa, após treinamento específico, a exercer a função de operador de processo, deixando de ser necessário um programador exclusivo para o robô, pelo fato de a programação através de software próprio ser simplificada.

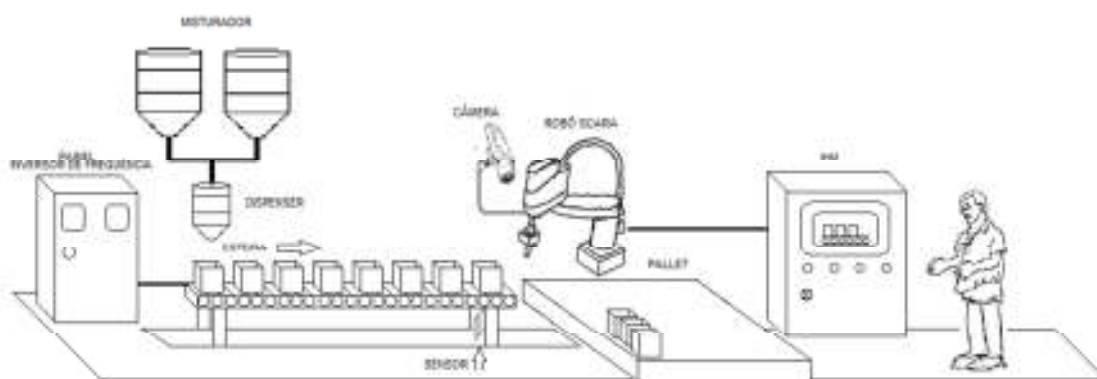


Figura 10: Linha de produção com manipulação através de robô SCARA
Fonte: Autores

É notável que ao aplicar o robô na linha de produção tem-se não só o aumento da produção mas também a diminuição de riscos de acidentes de trabalho pelo simples fato de o trabalhador que realizava a tarefa de paletização estar fora da área de movimentação de produtos e assim salvaguardar sua saúde.

4 CONCLUSÃO

Através dos resultados apresentados neste artigo, é notável que a automação veio não somente para substituir o trabalho humano, mas principalmente para dar uma melhor qualidade de vida aos trabalhadores que atuam principalmente na indústria, pois os robôs

vieram para realizar tarefas que são prejudiciais à saúde daqueles que realizam atividades em áreas insalubres ou perigosas. Também veio para melhorar o ganho das indústrias, pelo simples fato de a produção poder ser aumentada consideravelmente como apresentado no caso acima onde o tempo de operação da linha de produção passou de 1 produto a cada 10 segundos para 1 produto a cada 5 segundos, um aumento de 200%, sem que haja riscos de acidentes pois a programação é configurada para que, em qualquer situação de risco, a operação entre em modo de segurança.

Muitos setores vêm a automação como prejuízo aos trabalhadores, porém ao analisar os benefícios que ela traz tanto em termos de lucro como ganhos para a sociedade ela é benéfica, pois retira destes trabalhadores apenas as situações onde o risco de acidente e repetitividade sempre serão altos, sem contar que os trabalhadores que atuam nestas funções podem se aperfeiçoar e assim continuar na indústria, pois a configuração e manutenção dos equipamentos de automação ainda dependerão da mão de obra humana porém, a partir daí esses trabalhadores precisarão ser qualificados para atuar em sistemas cada vez mais complexos, ainda mais com o surgimento da Indústria 4.0, que tornará a tecnologia mais próxima das pessoas e os sistemas mais dedicados.

REFERÊNCIA

1º BOLETIM QUADRIMESTRAL SOBRE BENEFÍCIO POR INCAPACIDADE, 2016. A Concessão de Auxílio-Doença Relacionado a LER/DORT nos anos 2006 a 2014. MPS. Disponível em: http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/Boletim_1_2016__11_05_2016.pdf. Acesso em 20 set. 2016.

ALBÁN, Oscar Andrés Vivas. Control Predictivo de un robot tipo SCARA. *Revista Chilena de Ingeniería* vol 14 nº 2, 2006, pp. 135-145. Disponível em: <http://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v14n2/art07.pdf>. Acesso em 12 de out. 2016.

ALENCAR, João Rui Barbosa de. (2005). Riscos ocupacionais na fabricação de medicamentos: análise de uma indústria localizada no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 30(112), 49-67. Acesso em 19 mar. 2017.

ANVISA, Legislação. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/28542>. Acesso em 08 out. 2016.

BATTISTELLA, Sandro; PIERI, Edson R. de; STEMMER, Marcelo R.; Controle de Posição de um Robô Manipulador SCARA utilizando redes Neurais Artificiais com Treinamento On-Line. IV Congresso Brasileiro de Redes Neurais, pp. 338-343, Julho 20-22, 1999.

CARREIRA, Daniel L.; Sistema de Paletização Robotizado no setor de Paisagem/Etiquetagem do queijo. Instituto Politécnico de Viseu, Setembro 2012. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Energia e Automação Industrial. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Viseu. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.19/1612>. Acesso em 29 set. 2016.

CHIA, Ian Mauro Concha. Segurança em uma célula robotizada. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2368>. Acesso em 09 out. 2016.

CLP Modelo S7-1200. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br/AUTOMATION/BR/PT/AUTOMACAO-E-CONTROLE/AUTOMACAO-INDUSTRIAL/SIMATIC-PLC/S7-CM/S7-1200/Pages/Default.aspx>. Acesso em 05 abr. 2017.

GEVARD, Bruno *et al.* Pesquisa e Desenvolvimento de uma célula flexível de manufatura (FMS) didática. Revista Caderno de Publicações Acadêmicas, vol. 1, n. 1, p. 127-133, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/publicacoes/article/view/77/41>. Acesso em 09 out. 2016.

GOUVÊA, Bruno A.; *et al.* Manipulador Robótico Horizontal Tipo SCARA – Robô S4. Uma Plataforma Aberta para Desenvolvimentos e Implementações em Robótica. 4º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São Paulo, 08-10 de Setembro de 1999, p.177-182. Disponível em: http://fei.edu.br/sbai/SBAI1999/ARTIGOS/IV_SBAI_25.pdf. Acesso em 13 out. 2016.

INTERFARMA, Sem Travessas para conter expansão 31/08/2015. Disponível em: <http://www.interfarma.org.br/noticias/692>. Acesso em 08 out. 2016.

INVERSOR DE FREQUÊNCIA Modelo Micromaster 420. Disponível em: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/24525275/parameter-list%3A-micromaster-420?dti=0&lc=en-WW>. Acesso em 04 abr. 2017.

MELO, Maria das Graças Mota. Estudo de dermatoses em trabalhadores de uma indústria farmacêutica. [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1999. 87 p. Disponível em: http://portaldesicict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_chap&id=00007002&lng=pt. Acesso em 29 set. 2016.

MIES, Gerald. Robotics 2010. Development of Robotics and Automation in Industry. DEBRECENI MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK 2010/2. Publicado em 28 out. 2010. Disponível em: http://193.6.145.139/userdir/dmk/docs/20102/10_2_05.pdf. Acesso em 12 out. 2016.

OLIVEIRA, E. M.; ALVES, E. F. I.; ARAUJO, F. M.; SEIXAS, T. G.; COELHO, M. T.; QUINTINO, L. F.; PIAZZA, C. A. D. . Eficiência Energética em Compressor com Uso de Inversor. In: XIV CEEL - Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, 2016, Uberlândia - MG. Engenharia Elétrica. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

ORTIZ, Joel de Paula; SELLITTO, Miguel Afonso. Redução de resíduos sólidos na indústria: o caso dos paletes em uma empresa metal-mecânica. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 14, n. 21, p. 77-90, jan./jun. 2013. Disponível em:

[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2014,%20n.%2021%20\(2013\)/06Paletes.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2014,%20n.%2021%20(2013)/06Paletes.pdf). Acesso em 30 set. 2016.

PORTAL FARMACÊUTICO – Brasil vai investir 35 bilhões em medicamentos até 2016. Disponível em: <http://pfarma.com.br/noticia-setor-farmaceutico/mercado/1314-brasil-vai-investir-vai-investir-35-bilhoes-em-medicamentos-ate-2016.html>. Acesso em 30 set. 2016.

PRÓGENÉRICOS - Associação Brasileira das Indústrias de Medicamentos Genéricos. Vendas de Medicamentos Genéricos crescem 14,30% no primeiro semestre de 2016. Disponível em: <http://www.progenericos.org.br/releases/20/vendas-de-medicamentos-genericos-crescem-14-30-no-primeiro-semester-de-2016>. Acesso em 08 out. 2016.

ROBÔ SCARA Modelo LS 3. Disponível em: <https://epson.com.br/Para-empresas/Rob%C3%B3tica/Rob%C3%B4s-SCARA/Rob%C3%B4-Epson-Scara-LS3/p/RLS3-401ST9P3>. Acesso em 19 mar. 2017.

SILVA, Luís F. P. C. Utilização de Manipuladores em Ambientes Não Estruturados. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57797/1/000143725.pdf>. Acesso em 06 out. 2016.

SOL, Manel Redondo. Diseño e implantación de um sistema SCADA para uma planta de producción y envasado de líquidos. Univesitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, junho de 2008. Disponível em: http://ddd.uab.cat/pub/treecpro/2008/hdl_2072_13784/PFC_Manel_Redondo_Sol.pdf. Acesso em 16 out. 2016.

TAVARES, J., FONSECA, J.P.S., VAQUERO, T.S. & SILVA, J.R. (2011), "Integração De Planejamento Automático Em Sistemas Reais Baseados Em CLP", In Anais do X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brasil. setembro 2011., pp. 1226-1231. Acesso em 05 abr. 2017.

VALLEJO, Bibiana M.; VALLEJO, Sandra B. Aspectos Generales de la Automatización Industrial del Sector Farmacéutico. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas. Vol.35 (1), 47 – 63, 2006. Disponível em: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/1593/2258>. Acesso em 08 out. 2016.

WORLD ROBOTICS 2015 Industrial Robots. Disponível em: <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>. Acesso em 16 out. 2016.

ZHU, Xia Bonnie. Resilient Control and Intrusion Detection for SCADA System, 2011. Disponível em: <http://escholarship.org/uc/item/3nz3q1rs>. Acesso em 16 de out. de 2016.