



ANÁLISE DAS NORMAS DE SEGURANÇA NACIONAIS NA UTILIZAÇÃO DE ROBÔS COLABORATIVOS EM INDÚSTRIAS DO BRASIL.

POLIBIO LINS COSTA NETO¹

OBERDAN ROCHTHIA PINHEIRO²

¹Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, E-mail: polibio.l.costa@gmail.com;

²Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, E-mail: oberdan.pinheiro@gmail.com;

ANALYSIS OF BRAZIL NATIONAL SAFETY STANDARDS IN THE USE OF COLLABORATIVE ROBOTS IN BRAZILIAN INDUSTRIES.

Resumo: *Trata-se de uma análise das normas de segurança associadas aos robôs colaborativos vigentes no Brasil. Atualmente a norma reguladora NR-12, que trata de segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, não possui uma avaliação sobre a utilização de robôs colaborativos na indústria brasileira, e tal situação gerou dúvidas de como prosseguir com a integração deste tipo de tecnologia. Pretende-se neste documento avaliar: o conceito que define os cobots, e como estes equipamentos estão inseridos nas normas reguladoras nacionais. Inicialmente foi realizado um breve descritivo desta tecnologia e definido o seu conceito levando em consideração normas internacionais como ISO 10218-1, ISO 10218-2 e a ISO/TS 15066. Após a definição do conceito, foi então avaliado como a NR-12 estaria absorvendo esta nova ciência de trabalho, levando em consideração a nota técnica nº31/2018. Ao final deste documento foi realizado um estudo de caso para exemplificação e fixação do conteúdo que aqui foi desenvolvido. As discussões contidas neste artigo podem auxiliar estudantes e profissionais da área de automação, durante o desenvolvimento ou integração de uma célula colaborativa.*

Palavras-Chaves: *Robôs Colaborativos; NR-12; ISO 10218-1.*

Abstract: *This is an analysis of safety standards associated with existing collaborative robots in Brazil. Currently the regulatory standard NR-12, which regulates work safety in machinery and equipment, does not evaluate the use of collaborative robots in the Brazilian industry, and this situation has raised questions of how to proceed with the integration of this technology. The intent herein is to evaluate: the concept that defines the cobots, and how these devices are inserted in national regulatory standards. Initially we conducted a brief description of this technology and set its concept taking into account international standards such as ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO / TS 15066. Following the definition, it was then evaluated how NR-12 is absorbing this new work science, taking into account the technical note nº31/2018. At the end of this document we conducted a case study to exemplify and solidify the content herein developed.*



The discussions in this article can help students and automation professionals during the development or integration of a collaborative cell.

Keywords: *Collaborative Robot; NR-12; ISO 10218-1.*

1. INTRODUÇÃO

Historicamente a utilização de robôs nas indústrias tem aumentado para atender as demandas de produção e a qualidade dos produtos. Apenas nos últimos 5 anos do século XX a indústria brasileira apresentou um crescimento de 900% na aquisição de robôs [1]. Porém a utilização de robôs apresentou alguns impactos como: a substituição de pessoas por robôs nas realizações de tarefas e a necessidade de células automatizadas cercadas para manter a segurança das pessoas ao redor [2]. Para resolver questões como estas, os fabricantes de robôs criaram um novo conceito de produto, os robôs colaborativos[3].

Robôs colaborativos ou cobots, são robôs que desde o conceito foram concebidos para trabalhar no mesmo ambiente que seres humanos, não necessitando de cercas ou diversos dispositivos complexos de segurança [4]. Estes equipamentos podem trabalhar auxiliando pequenas montagens, carregando peças fora dos padrões de ergonomia para atividade humana e também em atividades dedicadas ao redor de pessoas. Sendo assim, a robótica colaborativa apresenta-se como uma das principais tendências atuais de mercado [5].

Entretanto, a utilização dos robôs colaborativos nas indústrias Brasileiras levantou alguns questionamentos com relação ao atendimento das normas nacionais, em especial o atendimento a NR-12. Tal fato ocorre devido a evolução das tecnologias acontecerem em uma velocidade maior do que a capacidade de avaliação do uso seguro destas [6].

Este documento tem como objetivo descrever o conceito de robótica colaborativa e avaliar como este tipo de equipamento se encaixa nas normas nacionais de segurança do Brasil. Após as discussões será apresentado um estudo de caso para ilustração dos conceitos aqui apresentados.

2. METODOLOGIA

Inicialmente nesta seção é feito um breve descritivo sobre robôs colaborativos e o conceito que os define, levando em consideração conceitos apresentados nas normas internacionais como: A ISO 10218-1, a ISO 10218-2 e a ISO/TS 15066. Logo após, é realizada uma avaliação de como os cobots estão inseridos nas normas técnicas de segurança do Brasil, em especial a NR-12, e quais são os principais métodos de aplicação do robô para a realização de operações colaborativas de maneira segura.

2.1. Robôs Colaborativos



Robôs tem como uma das suas principais características a capacidade de repetitividade de ações mantendo a qualidade do produto, enquanto seres humanos tem maior capacidade de aprendizado e memória, podendo operar de maneira decisiva em situações e problemas imprevistos. A robótica colaborativa permite a utilização de ambos em ambientes produtivos com o objetivo de atingir melhores resultados [6,7].

Robôs colaborativos ou cobots são robôs industriais que trabalham com um novo conceito de interação com operadores ao seu redor, podendo compartilhar ambientes ou operações com seres humanos de maneira segura. Essa capacidade de interação permite que os cobots possam trabalhar em processos em que a robótica convencional não é possível [6].

Existem duas normas e uma especificação técnica que possuem as definições para classificar os robôs colaborativos e requerimentos de sistema para integração em ambientes produtivos, são elas: norma ISO 10218-1, norma ISO 10218-2 e a especificação técnica ISO/TS 15066 [6]. Nas duas normas e na especificação técnica é apresentado a importância da definição de dois itens para entendimento da robótica colaborativa, sendo eles: A definição de operação colaborativa e a definição de espaço colaborativo[6,8,9].

Operação colaborativa é a condição na qual robôs que foram projetos para trabalhar diretamente com humanos, trabalham com um operador dentro de um espaço que foi determinado como espaço de trabalho colaborativo [6,8,9].

Espaço de trabalho colaborativo é uma área segura em que um robô e um ser humano podem realizar operações simultâneas durante o processo produtivo[6,8,9].

Tendo os dois conceitos descritos acima, pode-se definir que os robôs colaborativos são sistemas robóticos **projetados** para trabalhar com seres humanos, capazes de executar atividades em conjunto com operadores, simultaneamente, em uma área definida como área segura.

Vale ressaltar que robôs colaborativos podem ser aplicados em integrações não colaborativas, mas aplicá-los desta maneira não torna a operação da integração em uma atividade colaborativa [6,8,9]. A figura 1 ilustra um exemplo de células colaborativas e células não colaborativas.

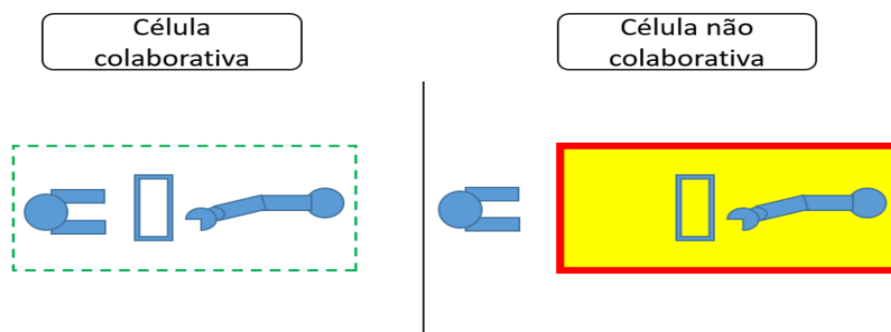


Figura 1. Comparativo visual de células colaborativas e não colaborativas.

Fonte: O Autor



2.2. Segurança com robôs colaborativos no Brasil

Um fator importante a se observar com relação aos cobots é a segurança. Esse novo conceito que vem sendo aplicado nas indústrias tem levantado questionamentos em diversos países, principalmente com relação à integração destes nos processos produtivos. Este fato ocorre principalmente devido a, de maneira geral, tecnologias como esta estarem surgindo no mercado mais rápido do que a capacidade de revisões essenciais das normas, para informar como utilizá-las de maneira segura [6].

O Brasil também não se diferencia dos demais países com relação à normatização dos robôs colaborativos. Muitos questionamentos foram levantados com relação a como estes equipamentos estariam regulamentados no país e como eles atenderiam a norma regulamentadora NR-12, que trata diretamente da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. No final de fevereiro de 2018 o ministério do trabalho publicou a nota técnica nº31/2018, que tem como objetivo esclarecer como os cobots estariam inseridos na NR-12, garantindo que exigências legais fossem obedecidas [6,10].

A nota técnica nº31/2018 descreve que a apesar dos cobots não possuírem uma definição específica na NR-12, a norma nacional permite adotar as especificações técnicas contidas em normas internacionais, sem que o texto da norma reguladora brasileira seja descumprido. A utilização dos regulamentos internacionais está prevista e condizente com o anexo 2 da NR-12 e nos itens 12.1, 12.38, 12.38.1 e 12.51 mas, para tal, ainda se faz necessário uma apreciação prévia de riscos e uma avaliação da necessidade de capacitação dos trabalhadores envolvidos no processo. As principais normas internacionais que informam o uso dos robôs colaborativos são a ISO 10218-1, norma ISO 10218-2 e a especificação técnica ISO/TS 15066 [6].

A ISO 10218-1 é responsável por descrever a segurança associada ao robô, e nela são avaliados quatro principais métodos do uso do robô para atender uma operação colaborativa [8]. A ISO 10218-2 é responsável principalmente pela avaliação da segurança da instalação de sistemas robóticos. Além da avaliação técnica do ambiente em que o robô está empregado, a ISO utiliza-se principalmente de citações e referências a ISO 10218-1 para estudos de sistemas colaborativos [9]. Em ambas as ISOs, são avaliados quatro principais métodos do uso do robô para atender uma operação colaborativa. São elas:

- Parada monitorada por segurança
- Operação guiada a mão
- Monitoramento de velocidade e separação
- Limitação de energia e força por projeto ou controle inerente

Parada monitorada por segurança: Sempre que uma pessoa entrar em uma área colaborativa, o robô deve parar. O robô pode retornar ao seu processo normal de trabalho quando a pessoa deixar a área colaborativa [8]. Este tipo de aplicação é normalmente utilizado em janelas de inspeção. Adotam-se protetores fixos sensíveis, velocidade reduzida e avaliação de distância mínima de segurança conforme item 5.10.3.4 da ISO 10218-2 [9]. A Figura 2 ilustra um exemplo de aplicação com este método.

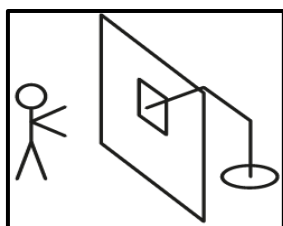


Figura 2. Parada monitorada por segurança

Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDADIZATION. ISO 10218-2: Robots and robotics devices: Safety requirements for industrial robots: Part 2: Robot systems and integration. Genebra, p.72. 2011

Operação guiada a mão: Na operação guiada a mão, o robô deve possuir um dispositivo de liberação de movimento e um de parada de ação. A velocidade do robô deve ser monitorada e deve ser delimitada conforme a análise de riscos da instalação [8]. É necessária a utilização de protetores fixos ou sensíveis ao redor do robô, controle de ação, controle de velocidade e delimitação do espaço de trabalho colaborativo [9]. A Figura 3 demonstra um exemplo de aplicação com este método de trabalho.

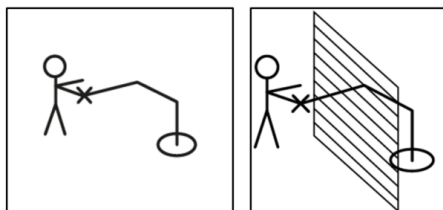


Figura 3. Operação guiada a mão

Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDADIZATION. ISO 10218-2: Robots and robotics devices: Safety requirements for industrial robots: Part 2: Robot systems and integration. Genebra, p.72. 2011

Monitoramento de velocidade e separação: O robô deve ter uma distância e velocidades mínimas com relação ao operador, sendo estas características previstas na apreciação de riscos da instalação. Estas características devem ser da concepção do sistema ou fornecidas por entradas externas [8]. São normalmente utilizados em inspeções ou espaços de trabalhos colaborativos. É necessário o uso de sistema de detecção de pessoas, velocidade reduzida de trabalho e parada de movimentação do robô em caso de acesso indevido [9]. A Figura 4 ilustra um exemplo de aplicação com este método de trabalho.

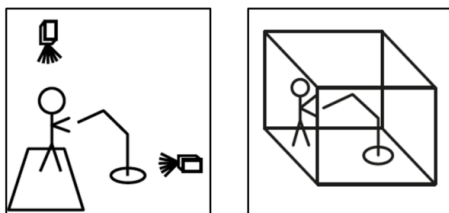


Figura 4. Operação guiada a mão



Fonte: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDADIZATION. ISO 10218-2: Robots and robotics devices: Safety requirements for industrial robots: Part 2: Robot systems and integration. Genebra, p.72. 2011

Limitação de energia e força por projeto ou controle inerente: O sistema deve executar uma parada de proteção sempre em que o limite de força ou energia do robô for ultrapassado. Normalmente utilizados em sistemas de operações conjuntas. É necessário que o robô seja dotado de um sistema de limitação de energia e força para caso de contatos com seres humanos. O robô deve trabalhar com limitação de velocidade para evitar contusões no operador em caso de colisões[8,9]. A Figura 5 representa um exemplo de aplicação com este método.



Figura 5. Limitação de energia e força por projeto ou controle inerente

Fonte: <http://www.abb.com/cawp/seitp202/f28131de77afd007c1257e210027a3e8.aspx>

3. Estudo de caso

Fundamentalmente, para ilustração dos métodos de operações colaborativas discutidos anteriormente, esta seção irá apresentar um estudo de caso de uma célula colaborativa. Deste modo, inicialmente será apresentado o robô colaborativo YUMI da ABB e suas principais características, para então este ser inserido em um estudo de caso utilizando o método de limitação de energia e força por projeto ou controle inerente.

3.1. YUMI ABB

Em 13 de abril de 2015, a ABB lançou o modelo de robô colaborativo YUMI ou IRB 14000, que tem com proposta ser um robô compacto, capaz de trabalhar em tarefas de grande precisão, mantendo a segurança das pessoas ao redor [11]. As principais características deste modelo são [12,13]:

- Fácil programação: Para programar o robô é necessário apenas movimentar o braço do robô até a posição desejada e confirmando para o sistema. Essa fácil programação permite que o retrabalho de roteiro seja feito pelo operador que está em trabalho colaborativo.



- Design compacto e de fácil locomoção: O sistema completo pesa 35kg, podendo ser facilmente carregado e instalado caso haja uma necessidade de reorganização de layout.
- Sistema de segurança: O robô foi inspirado no tronco humano, sendo por conceito livre de pontos de prensamento. Sua superfície é macia para absorver impactos, e caso haja uma colisão, o sistema consegue executar uma ação de parada em milissegundos.
- Protocolo de rede: O YUMI possui suporte para DeviceNet, Ethernet/IP, Profibus, TCP/IP e USB.
- Alta Precisão: Este cobot é capaz de trabalhar com peças de 3 a 30 mm com uma precisão de 0.02mm a uma velocidade de 1500mm.

Todas características acima permitem que o YUMI atenda aos quatro modelos de operações colaborativa, conforme previsto nas ISO 10218-1 e 10218-2, e seja uma boa opção para implementações colaborativas, e assim este modelo foi o escolhido para o exemplo do estudo de caso deste documento. A Figura 6 demonstra este modelo de robô.



Figura 6. YUMI

Fonte: <http://new.abb.com/products/robotics/pt/robos-industriais/yumi>

3.2. Estudo de caso – Montagem de roteador de internet

Este estudo de caso é baseado no processo de travamento da capa de um roteador de internet em uma indústria de fabricação de eletrônicos. O gerente da empresa sinalizou para a equipe de projetos, que a estação de trabalho de travamento da capa do roteador estava gerando lesões ao operador, aumentando o número de afastamentos pelo INSS e processos contra a empresa. Além desses problemas, a operação realizada de maneira manual estava causando problemas de qualidade, quebrando as abas de travamento, causando assim, o descarte da peça. Em razão desses problemas, foi então solicitado uma solução de automação para o processo.

A equipe de projetos verificou que o layout local era restrito devido à proximidade com a área de inspeção e as peças para montagem eram entregues pela logística no ponto de trabalho, sendo assim, havia interface entre operador logístico e ponto de processo. Outro fator importante observado pela equipe, foi o fato dos produtos da empresa estarem mudando a cada dois anos, causando uma necessidade de alteração dos processos periodicamente. Devido a tais



condições o setor de projetos decidiu estudar uma solução com robôs colaborativos. A figura 7 ilustra o processo atual.

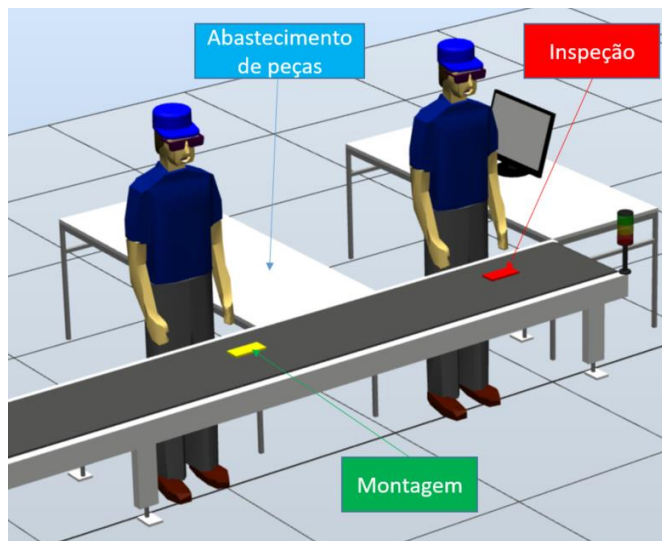


Figura 7. Processo atual

Fonte: O Autor

O primeiro passo a ser executado pela equipe de projetos na implementação do cobot é a análise de riscos preliminar da atividade, conforme requerido pela NR-12 e reforçado na nota técnica nº31/2018. Visto que o robô estará realizando atividades de processo com pessoas circulando ao redor, será necessário então que este possua um mecanismo de detecção de colisão conforme o modelo de limitação de energia e força por projeto ou controle inerente da norma ISO 10218. Ele deve também possuir superfícies sem pontos de prensamento para evitar o risco de esmagamento das mãos do operador logístico durante o processo de abastecimento.

O segundo passo é a avaliação dos aspectos técnicos do processo. O equipamento deve possuir uma alta precisão para evitar a quebra de peças, e ser capaz de absorver alterações de processo a cada dois anos por causa da atualização de produtos da empresa. Deve também ter uma alta capacidade de comunicação de rede com dispositivos futuros.

A partir das avaliações prévias de segurança e de processo, o setor de projetos decidiu apresentar uma proposta utilizando o robô colaborativo YUMI da ABB. Este robô possui sistemas de detecção de colisão, controle de velocidade, é livre de pontos de prensamento, tem alta precisão de processo, pode ser facilmente deslocado devido mudanças de layouts devido ao seu peso (35kg) e tem uma fácil interface de programação. Foi observado que a operação de programação deste robô é guiada a mão, mas todos os requisitos deste método de operação colaborativa já estão atendidos devido as características do equipamento, citadas anteriormente.

Definido o modelo do equipamento e as características básicas de processo, a equipe de projetos decidiu apresentar uma proposta de layout utilizando o robô YUMI da ABB, substituindo o operador atual. Com tal



configuração é possível manter o fluxo logístico de abastecimento e da operação de inspeção, sem a necessidade de alterações físicas destas. A figura 8 ilustra a proposta apresentada.

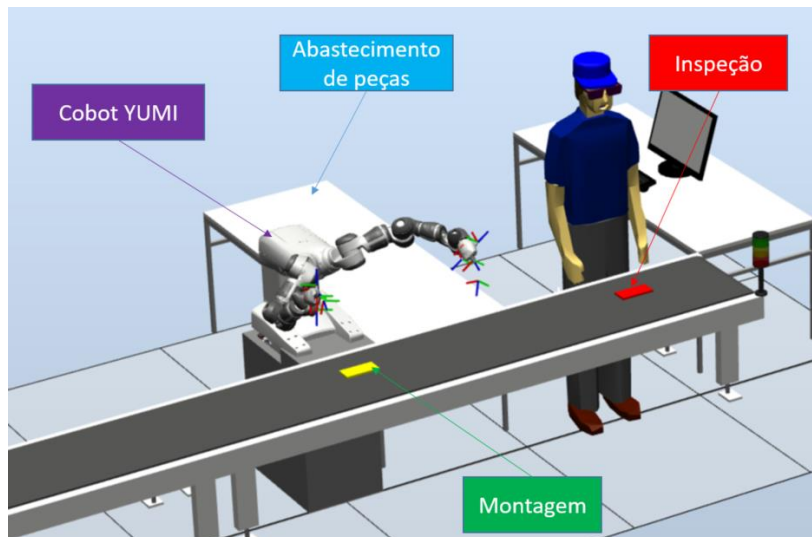


Figura 8. Proposta apresentada

Fonte: <http://new.abb.com/products/robotics/pt/robos-industriais/yumi>

4. CONCLUSÃO

Como discutido ao longo deste documento, robôs colaborativos são uma tendência natural de mercado, devido a capacidade de trabalhar no mesmo ambiente que seres humanos sem a necessidade de uma infraestrutura de segurança complexa.

Apensar de não existir um item específico na norma reguladora nacional NR-12 para tratar da segurança de robôs colaborativos, a própria nota técnica nº31/2018 divulgada pelo ministério do trabalho esclarece que as normas internacionais como a ISO 10218-1 e ISO 10218-2 devem ser utilizadas como referência para aplicações com este tipo de tecnologia. A análise preliminar de riscos do processo é fundamental para o entendimento de qual modelo de operação deve ser empregado para o processo colaborativo.

As discussões aqui apresentadas, podem ser aplicadas na análise de trabalhos de implementação de células colaborativas, auxiliando na escolha da estratégia de método a ser utilizado, e em quais serão os requisitos básicos de segurança deste processo. Em estudos futuros pode-se fazer uma avaliação mais aprofunda de um dos quatro modelos colaborativos que aqui foram apresentados, levantando questionamentos e debates ou em aplicações de processos industriais específicos.

5. REFERÊNCIAS



- [1] ROMANO, Vitor F. **Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2002.
- [2] ROSÁRIO, João M. **Robótica Industrial I: Modelagem, Utilização e Programação**. São Paulo: Editora Barauna SE LTDA, 2010.
- [3] TOBE, Frank. **Why Co-bots Will Be a Huge Innovation and Growth Driver for Robotics Industry**. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/collaborative-robots-innovation-growth-drive>>. Acessado em 11/04/2018.
- [4] VITALLI, Rodrigo. **COBOTS: Robôs Colaborativos Industriais**. Disponível em: <<http://avozdaindustria.com.br/cobots-robos-colaborativos-industriais/>>. Acessado em 12/04/2018.
- [5] FERSILTEC. **Por Que sua Fábrica Precisa de um Robô Colaborativo?**. Disponível em: <<http://fersiltec.com.br/blog/por-que-sua-fabrica-precisa-de-um-robo-colaborativo/>>. Acessado em 12/04/2018.
- [6] SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO. **NOTA TÉCNICA Nº 31/2018/CGNOR/DSST/SIT/Mtb**. Brasília, p.8. 2018.
- [7] SANTOS, Winderson E.; JUNIOR, José H.C.G. **Robótica Industrial: Fundamentos, Tecnologias, Programação e Simulação**. São Paulo: Editora Érica LTDA, 2015.
- [8] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDADIZATION. **ISO 10218-1: Robots and robotics devices: Safety requirements for industrial robots: Part 1: Robots**. Genebra, p.43. 2011.
- [9] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDADIZATION. **ISO 10218-2: Robots and robotics devices: Safety requirements for industrial robots: Part 2: Robot systems and integration**. Genebra, p.72. 2011.
- [10] MDIC, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Norma de segurança do trabalho no Brasil permitirá robotização da indústria**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3134-norma-de-seguranca-do-trabalho-no-brasil-permitira-robotizacao-da-industria>>. Acessado em 12/04/2018.
- [11] ABB. **YuMi – Creating an automated future together. You and me**. Disponível em: <<http://new.abb.com/products/robotics/pt/robos-industriais/yumi>>. Acessado em 12/04/2018.
- [12] ABB. **The future of robotics and automation depends on human and robots working together**. Disponível em: <<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106354A327>>



8&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. Acessado em 12/04/2018.

[13] ABB. **YUMI: Creating an automated future together.** Disponível em: <<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106354A3254&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>>. Acessado em 12/04/2018.