

ESTUDO DA PERCEÇÃO ROBOCÊNTRICA E ROBÓTICA SOCIAL NA ENGENHARIA.

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4652

Arilson Silva Oliveira - arilsonoliveira1798@gmail.com
IFBA

PABLO LUIZ OLIVEIRA BARRETO - pablobarretgm@gmail.com
IFBA

Jose Alberto Diaz Amado - sportingjada1@hotmail.com
IFBA

Cleia Santos Libarino - cleialibarino@ifba.edu.br
IFBA

Crescencio Rodrigues Lima Neto - crescencio@gmail.com
Instituto Federal da Bahia

João Erivando Soares Marques - joaoerivando@yahoo.com.br
IFBA

Resumo: *A robótica social visa desenvolver robôs capazes de interagir e colaborar com seres humanos em contextos sociais, onde ocorre interação direta com seres humanos, principalmente em ambientes domésticos. A partir desse contexto, a percepção robocêntrica tem papel fundamental, onde permite que os robôs entendam o ambiente em que estão inseridos e as interações sociais que irão realizar de forma correta e segura. Portanto, este artigo propõe a discutir a importância de estudar a percepção robocêntrica na robótica social, abordando seus desafios de implementação de forma abrangente na engenharia e discutindo perspectivas futuras para o avanço deste campo recente e crescente.*

Palavras-chave: *Percepção robocêntrica, Robótica social, Engenharia, Implementação.*

ESTUDO DA PERCEPÇÃO ROBOCÊNTRICA E ROBÓTICA SOCIAL NA ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, testemunhamos avanços significativos no campo da robótica e da inteligência artificial, impulsionados pela crescente demanda por máquinas capazes de interagir de forma autônoma com o ambiente. À medida que os robôs se tornam mais presentes em nossas vidas, surge a necessidade de compreender como eles percebem e interpretam o mundo ao seu redor. Nesse contexto, a percepção robocêntrica ganha destaque como um campo de estudo fundamental para aprimorar a interação entre robôs e o ambiente.

A indústria 4.0 já vem sendo estudada a alguns anos, onde era questionamento de estudo se “estaria em curso uma revolução tecnológica capaz de fundir os mundos físicos, digitais e biológicos, alterando de maneira profunda o jeito em que o ser humano vive, trabalha e se relaciona” (SANTOS, 2022). Esse pensamento se concretizou e hoje essa interação tecnológica com o homem já é realidade e objeto de estudo constante para desenvolver cada vez mais a tecnologia por trás da interação entre robôs e o ambiente social, que engloba as pessoas, objetos e espaço que o cercam.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo demonstrar a importância de conhecer e estudar sobre o desenvolvimento da percepção robocêntrica das máquinas, na área da Engenharia. Onde esses robôs irão relacionar-se com humanos através de câmeras, sensores de proximidade e até mesmo sensores térmicos, sendo que, todos eles necessitam de *softwares* desenvolvidos para apresentar melhor funcionamento da percepção do robô em relação ao ambiente à sua volta. Então é de suma importância conhecer e estudar o tema para dominar a percepção presente nos robôs.

2 PERCEPÇÕES ROBOCÊNTRICAS

A percepção robótica pode ser dividida em dois ramos, a percepção do ambiente e a percepção social. A percepção social, possui métodos relacionados ao campo da interação humano-robô, normalmente baseada em características pessoais como gênero, idade e emoção. Também é utilizado análise facial, utilizando “rastreamento do olhar, pontos de referência oculares e análise corporal, com enfoque na detecção das articulações, estimativa de atividade” (HALL, 1969) e também o reconhecimento de zonas próximas. A percepção do ambiente, consiste em o robô ter conhecimento sobre o espaço em que ele está inserido para ser possível tomar decisões baseado no contexto à sua volta, essa percepção se dá por meio de sensores que possibilitam mapear o ambiente em 3D, utilizando “equipamentos como o LIDAR (*Light Detection and Ranging*)” (YANG, 2022) e a câmera ZED que possui sensores que possibilitam ter uma consciência espacial e posicional para o robô. Sem essas atribuições implementadas em um robô, não seria possível existir uma interação adequada, já que são essas características que permitem que o robô tenha essa percepção do mundo à sua volta.

2.1 Percepção social

A percepção social que existe em um robô autônomo, refere-se à sua capacidade de compreender e interpretar informações sociais obtidas com as interações com pessoas. Essa ferramenta permite que o robô reconheça e interprete, de maneira precisa, comportamentos que seres humanos demonstram quando existe uma interação social, como expressões faciais, linguagem verbal e não verbal, e também zonas de proximidade relacionadas à emoção.

Com essas informações captadas pelo robô, gera um comando para ele responder de maneira apropriada de acordo com a sua função. Por exemplo, existe um projeto voltado à área da saúde que consiste na “criação de um robô para interação com crianças que apresentam Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), onde a interação e a comunicação entre o robô e a criança tornam-se possíveis por meio de três funcionalidades principais: a fala, o rosto dinâmico e a capacidade de locomoção do robô” (PESENTE, 2018).

Outro exemplo de percepção social em um robô é o projeto em desenvolvimento pelo Grupo de Inovação e Pesquisa em Automação e Robótica (GIPAR) do IFBA campus Vitória da Conquista, que consiste em uma “cadeira autônoma capaz de reconhecer as emoções do usuário através do reconhecimento de voz, postura corporal e expressões faciais que irão determinar a locomoção da cadeira de maneira segura e autônoma” (SILVA *et al.*, 2022).

2.2 Percepção do ambiente

A percepção do ambiente em um robô refere-se à capacidade do robô de adquirir informações do ambiente através de sensores e interpretá-las para compreender o contexto, que no caso de robôs sociais, funciona em conjunto com as percepções sociais que são as responsáveis por determinar a ação que o robô fará em resposta ao obtido pelas reações dos seres humanos. É papel da percepção do ambiente identificar objetos, detectar obstáculos, reconhecer padrões e tomar as decisões informadas pela análise das pessoas. Essa percepção é essencial para que o robô possa interagir de maneira autônoma e eficiente em um ambiente físico com seres vivos ao seu redor.

A percepção do ambiente em robôs é uma área de pesquisa multidisciplinar que envolve diversas tecnologias como:

- Visão computacional, consiste no processo de modelagem que possibilita reproduzir a visão humana utilizando *software* e *hardware*, como exemplo o robô Pepper (Figura 1) que é uma ferramenta para a prática da implementação da visão computacional. “O robô desenvolvido pode sentir o ambiente em seu campo de visão, interpretar o que está sendo sentido e compreender, e então realizar ações corretivas através de programas computacionais” (BESL; JAIN, 1985). A visão computacional, segundo COHEN & FEIGENBAUM (1982), compreende os campos do processamento da imagem, modelos de reconhecimento, análises do ambiente inserido, interpretação desse ambiente, processamento óptico, processamento de vídeo e a compreensão da imagem.

Figura 1: Robô Pepper



Fonte: O próprio autor.

Figura 2: Cadeira de rodas autônoma Nara.



Fonte: O próprio autor.

- Sensoriamento de proximidade, este tipo de dispositivo é capaz de determinar a distância ou identificar presença ou ausência de um objeto que está distante do seu corpo. O Lidar (*Light Detection and Ranging*) e a câmera Zed são um tipo de sensor de proximidade, na Figura 2 é possível ver um exemplo de aplicação desses dispositivos em um robô autônomo, a câmera Zed no topo da cadeira, e o Lidar se encontra na parte inferior, responsável pelo mapeamento e também detecção de corpos próximos. O Lidar, particularmente, é um sensor remoto ativo e possui um método direto de captura de dados. Ele tem uma fonte de luz, onde emite feixes de laser na banda do infravermelho e é capaz de modelar a superfície

do terreno tridimensionalmente. O Lidar permite gerar produtos como mapeamento digital de um terreno e superfície de ambiente fechado.

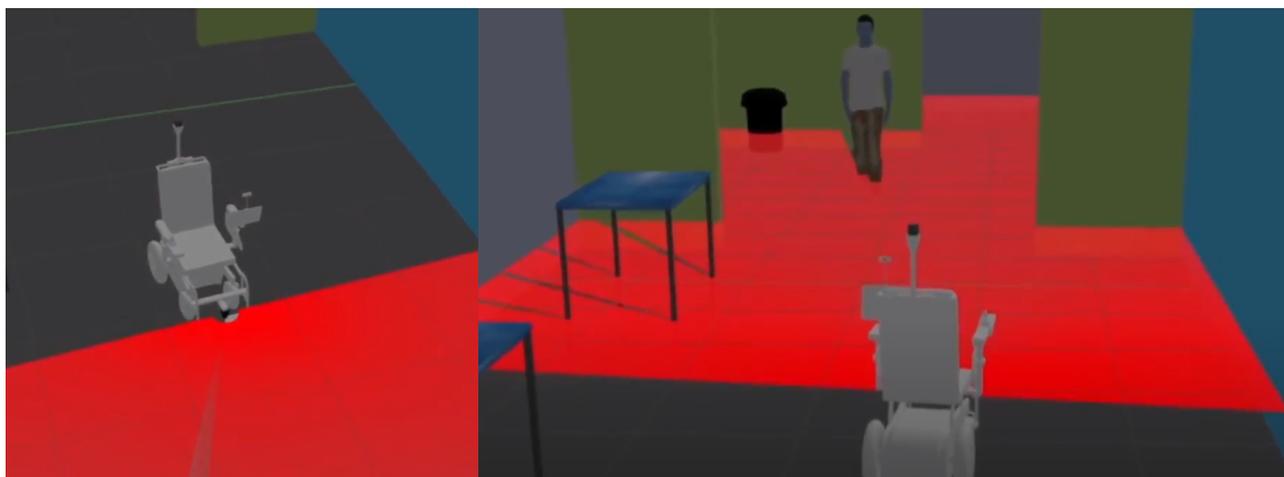
Figura 3: Modelo de funcionamento do Lidar.



Fonte: O próprio autor.

O sensor LiDAR também foi implementado na cadeira de rodas autônoma Nara do GIPAR (Figura 3), pois é necessário criar um mapeamento em tempo real do ambiente em que a cadeira de rodas se encontra, demonstrado na Figura 4, para desviar dos obstáculos à frente, evitar a colisão com outras pessoas que possam estar no caminho, além de respeitar as zonas próximas do usuário e sociedade à volta.

Figura 4: Simulação da cadeira autônoma com sensor LiDAR realizando mapeamento 3D do ambiente.



Fonte: O próprio autor.

3 INÍCIO NO ESTUDO DA PERCEPÇÃO ROBOCÊNTRICA NA ENGENHARIA ELÉTRICA

Por se tratar de uma área da tecnologia recente, a percepção robocêntrica ainda se encontra como objeto de estudo de pesquisas científicas avançadas, a nível de pós-graduação, mestrado e doutorado na área da Engenharia Elétrica, não há tanta adesão aos estudantes no início da graduação. Entretanto, é comum faculdades do Brasil possuírem programas de iniciação científica e projeto de extensão voltadas à área de robótica e automação, que possibilita esse primeiro contato dos alunos com esse assunto que fica escondido entre as matérias da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica. A extensão tem possibilitado ao aluno um maior envolvimento acadêmico e social. "A curricularização da extensão tem sido uma preocupação de todos e quem sai ganhando é o aluno e a sociedade" (SALLES *et al.*, 2020).

A partir disso, se vê necessário analisar e discutir como esse início ao estudo deste ramo da robótica pode influenciar no desenvolvimento da tecnologia da percepção robocêntrica e uso mais abrangente no cotidiano, que conseqüentemente, irá trazer mais desenvolvimento à sociedade e ao próprio estudante.

4 METODOLOGIA

Este artigo busca demonstrar para estudantes da engenharia que almejam iniciar o estudo sobre percepção robocêntrica, alguns conceitos fundamentais para iniciar no desenvolvimento e implementação dessa tecnologia.

Diante disso, a metodologia utilizada envolve uma abordagem dedutiva, que permite analisar uma premissa maior, isolando a uma premissa menor relacionada ao tema e chegar a uma conclusão válida de acordo com POPPER (1972).

Sabendo disso, possuir o conhecimento dos conceitos particulares da percepção do ambiente, percepção social, redes neurais e *hardware* utilizado em sistemas robóticos que utilizam a percepção robocêntrica, é possível desenvolver essa tecnologia na engenharia. Logo, para um estudante iniciar no estudo da área é fundamental estudar e dominar os conceitos citados e colocá-los em prática através da implementação da percepção social e percepção do ambiente em robôs ou sistemas automatizados, pois quando visualizados em funcionamento prático, facilitarão o processo de aprendizagem. Desta maneira, capacitando com mais velocidade e qualidade os estudantes que se propõem a pesquisar e trabalhar nessa área de percepção robocêntrica na engenharia elétrica.

Então, entender sobre os conceitos gerais da percepção do ambiente, percepção social, equipamentos e sensores utilizados para atribuir a visão e sensoriamento computacional como o LiDAR, câmeras com sensores de profundidade, como a Zed, e como redes neurais são utilizadas nas máquinas, é indispensável para este aluno dar início ao estudo deste campo da engenharia e ser capaz de desenvolver e implementar a percepção robocêntrica em sistemas robóticos autônomos.

5 CONHECER SOBRE PROGRAMAS UTILIZADOS E REDES NEURAIS

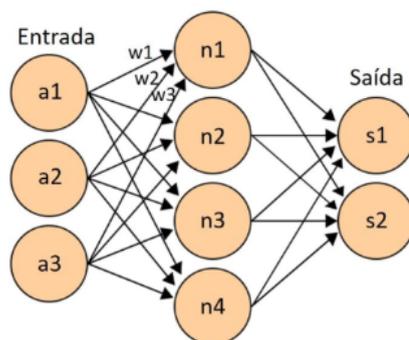
Um software amplamente utilizado para a implementação da percepção robocêntrica é o “*Robotic Operating System (ROS)*” (STANFORD, 2018), que é um sistema operacional de robô, ele consiste em um “*middleware*” “camada intermediária entre o sistema operacional e às aplicações distribuídas” (PITANGUEIRA, 2004), para a robótica, que significa um conjunto de *frameworks* que visa facilitar o desenvolvimento de software para robôs. Sabendo disso, realizar cursos introdutórios sobre essa ferramenta faz parte do conjunto de requisitos para atuar na robótica. Além disso, também é necessário fazer o uso do sistema operacional Linux, por ser comumente operado pelos usuários que utilizam o ROS.

Atualmente é indispensável também os conhecimentos e conceitos de “*Deep-learning*” (IVAKHNENKO, 1966), que no contexto da percepção robocêntrica pode ser usado para melhorar a capacidade dos robôs de perceber e entender o mundo ao seu redor. Por exemplo, na percepção visual robocêntrica, o *deep learning* pode ser usado para melhorar a capacidade dos robôs de reconhecer objetos e entender cenas. Isto é possível por se tratar de uma técnica de aprendizado profundo de máquina que permite aos sistemas de inteligência artificial serem aprimorados a partir de experiência sensorial, e podem ser empregados por exemplo em visão computacional, reconhecimento de fala dentre outros.

A tecnologia de *deep learning* é feita com base em Redes Neurais que possuem muitas camadas ocultas e mais complexas (Figura 6). As redes neurais são uma estrutura que é semelhante aos neurônios biológicos, que podem ser visualizadas como uma estrutura que conecta diferentes unidades pequenas, os neurônios, de forma organizada. Através desta organização, a combinação das operações unitárias simples realizadas por cada neurônio levará a soluções de problemas complexos. Como exemplo, temos a rede neural convolucional (*Convolutional Neural Network*), que é um algoritmo de aprendizado profundo que capta uma imagem de entrada, atribui alguns parâmetros de importância, chamados de pesos, que podem ser aprendidos em vários aspectos, como objetos de uma imagem, e com isso, são capazes de diferenciar uns dos outros. Uma vantagem dessa técnica, é que o pré-processamento exigido nela é muito menor comparado com outros algoritmos de classificação.

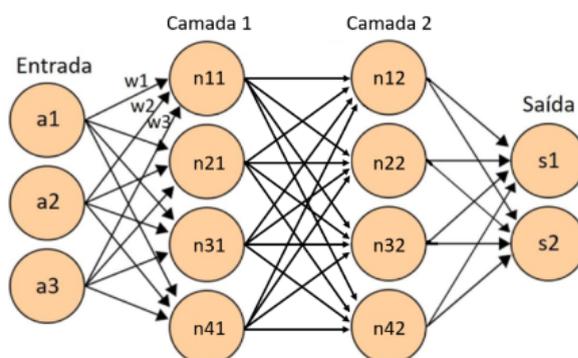
A Figura 5 demonstra como funciona a estrutura de uma rede neural rasa, onde um conjunto de entradas terá um peso para cada neurônio que o receber, então essa entrada é multiplicada com o peso e são somadas. Depois, a saída é transmitida por meio de uma função de ativação, responsável por determinar a saída. Se essa saída exceder um determinado nível, ela irá ativar o nó, passando os dados para a camada seguinte na rede. Isto resulta na saída de um nó tornando a entrada do próximo. Essa configuração de rede neural é chamada de *feedforward*.

Figura 5: Rede Neural rasa.



Fonte: Didática Tech.

Figura 6: Rede neural profunda, múltiplas camadas.



Fonte: Didática Tech.

Sabendo disso, é importante conhecer onde as redes neurais podem ser utilizadas na prática, um exemplo é o "YOLO (*You Only Look Once*)" (REDMON,2016), que é um sistema de detecção de objetos em tempo real. Esse método de detecção utiliza uma rede neural profunda, que é uma rede neural convolucional, cuja arquitetura é chamada de Darknet. Ela realiza a detecção de objetos dividindo a imagem em 169 células (Figura 7), que vem de seu banco de dados, chamado de *dataset*, cada célula é associada a 5 caixas delimitadoras, que vão extrair as informações contidas em cada caixa.

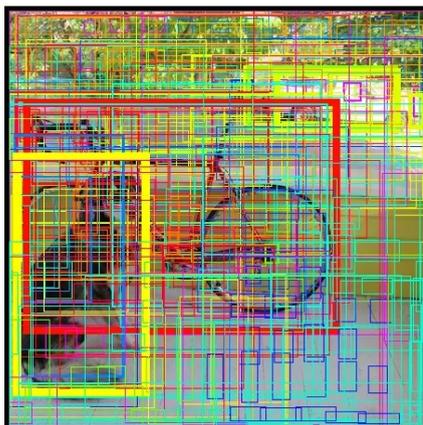
Figura 7: Células e caixas delimitadoras.



Fonte: Piemontez.

Para cada caixa delimitadora é feito o processo de classificação dos objetos, que consiste em fornecer um valor de probabilidade para cada uma das possíveis classes de objetos que o algoritmo foi treinado a encontrar (Figura 8). O treinamento consiste em utilizar o *dataset* para ensinar à rede neural os padrões que deverão ser reconhecidos.

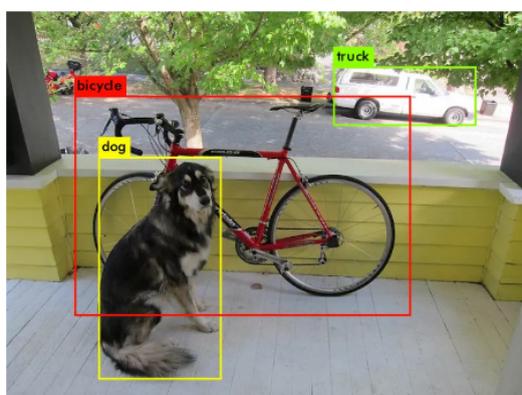
Figura 8: Classificação das caixas delimitadoras.



Fonte: Piemontez.

Cada caixa delimitadora que detectar algum objeto, irá conter algumas atribuições, que são a probabilidade de confiança, coordenadas e probabilidade da classe, essas informações são a saída que da rede neural. A partir das coordenadas das caixas dos objetos detectadas, são selecionadas as âncoras de cada objeto, que é responsável por redimensionar a caixa delimitadora para a proporção dos objetos identificados e utilizadas como saída da rede neural YOLO (Figura 9).

Figura 9: Resultado da detecção.



Fonte: Piemontez.

Ao ter a noção dos conceitos de percepção social, percepção do ambiente, aplicação dos softwares disponíveis, o exemplo prático da ferramenta YOLO, é necessário implementá-los em um hardware, e devido a possuir um custo algumas vezes

elevado, os projetos de extensão se tornam imprescindíveis para alcançar esses objetivos. Assim, possibilitando o estudo dos conceitos simples da robótica social, e dando a oportunidade de avançar para a pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, este artigo consistiu em demonstrar a tendência da percepção robocêntrica baseada nos aspectos de percepção do ambiente e percepção social. Foi apresentado o quão capazes de perceber e interagir com o ambiente ao seu redor os robôs têm se tornado, bem como de entender e responder às necessidades e desejos de quem os utiliza. Também abordamos a importância da percepção social para os robôs, permitindo-lhes navegar em contextos sociais complexos e interagir de maneira mais natural com os seres humanos.

No contexto do cenário social brasileiro, a percepção robocêntrica tem o potencial de trazer benefícios significativos em áreas como saúde, educação e segurança dos usuários. No entanto, também é importante considerar questões éticas e sociais relacionadas ao uso de robôs em contextos sociais.

Globalmente, a tendência da percepção robocêntrica está crescendo rapidamente, com avanços significativos em áreas como inteligência artificial e robótica. É importante continuar estudando e explorando as possibilidades e desafios dessa tendência para garantir que ela seja usada de maneira responsável e benéfica para a sociedade.

Por fim, a crescente necessidade de aplicação de modelos mais completos e complexos de interações homem-máquina na sociedade traz uma outra necessidade emergente que é a de socializar e viabilizar essa realidade, seja isto através de pesquisa e também de extensão na graduação, que tenham impacto e validação humano-social.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Inovação e Pesquisa em Automação e Robótica (GIPAR) do Campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFBA), Vitória da Conquista e professores que fazem parte do grupo por todo apoio com o desenvolvimento deste artigo, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que apoia os estudantes com bolsas de Iniciações Científicas para iniciar em projetos de extensão e pesquisa, agradecemos pela inestimável colaboração.

REFERÊNCIAS

BESL, P. J.; JAIN, R. C. **Three-dimensional object recognition**. Computing Surveys. Association for Computing Machinery. New York, NY, 1985.

COHEN, P. R.; FEIGENBAUM, E. A. **The Handbook of Artificial Intelligence, Volume 3**. William Koufmann, Inc, 1982.

Didática Tech. **O que são Redes Neurais e Deep Learning**. Disponível em: <https://didatica.tech/introducao-a-redes-neurais-e-deep-learning/>. Acesso em: 2 jun 2023.

HALL, E. T. **"The hidden dimension. An anthropologist examines man's use of space in public and private**. New York: Anchor Books; Doubleday & Company, Inc." 1969.

IVAKHNENKO, ALEKSEI, and VALENTIN G. L. **Cybernetic predicting devices**. Purdue univ lafayette ind school of electrical engineering, 1966.

PESENTE, V. B. **Desenvolvimento de um robô socialmente assistivo com controle baseado em comportamento de seleção de ação para interação com crianças com TEA**. Tese (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

PIEMONTEZ. **YOLO para Detecção de objetos - Visão Geral**. Visão Computacional. Disponível em: <https://visaocomputacional.com.br/yolo-para-deteccao-de-objetos-visao-geral/>. Acesso em: 5 junho 2023.

PITANGUEIRA, R. S. M.; RIBEIRO, S. A. **Middleware, uma solução para o desenvolvimento de aplicações distribuídas**. CienteFico. Ano IV. Salvador, 2004. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~dmrac/infras%20de%20software/l.8.Semiramis.Middleware.pdf>.

POPPER, Karl R. **The logic of scientific discovery**. Hutchinson. Londres, 1972.

REDMON, JOSEPH et al. **"You only look once: Unified, real-time object detection."** Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.

SALLES, F. C. G.; COSTA, A. L.; MENDES, A. C. S.; PEREIRA, S. R.; CORDEIRO, Ludmila L. V. **Considerações sobre a influência da extensão na formação dos alunos**. In: L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e V Simpósio Internacional de educação em Engenharia da ABENGE, 2022. Evento online. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php.

SANTOS, B. et al. **"Indústria 4.0: desafios e oportunidades."** Revista Produção e Desenvolvimento 4.1, 2018.

SILVA, H. N. ; PAULIN, E. G. ; DÍAZ-AMADO, JOSE ; SOARES, J. E. . **Proposta de uma arquitetura multimodal interativa aplicada a uma cadeira de rodas inteligente baseada em um sistema de navegação social**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Automática CBA, 2022, Fortaleza-CE. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2022). Fortaleza-CE, 2022.

STANFORD ARTIFICIAL INTELLIGENCE LABORATORY et al. **Robotic Operating System**. Retrieved from <https://www.ros.org>, 2018.

YANG, TAO, et al. **"3d tof lidar in mobile robotics: A review."** arXiv preprint arXiv:2202.11025, 2022.

STUDY OF ROBOCENTRIC PERCEPTION AND SOCIAL ROBOTICS IN ENGINEERING – COBENGE 2023

Abstract: *Social robotics aims to develop robots capable of interacting and collaborating with human beings in social contexts, where direct interaction with human beings occurs, mainly in domestic environments. From this context, robocentric perception plays a fundamental role, where it allows robots to understand the environment in which they are inserted and the social interactions that they will perform in a correct and safe way. Therefore, this article proposes to discuss the importance of studying robocentric perception in social robotics, addressing its implementation challenges comprehensively in engineering and discussing future perspectives for the advancement of this recent and growing field.*

Keywords: *Robocentric perception, Social robotics, Engineering, Implementation.*