



OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS ROBOTICOS APLICANDO ALGORITMO GENÉTICO.

André Marcos Silvestre Pereira¹, Prince Azsemergh Nogueira de Carvalho²

Resumo: O presente artigo tem como objetivo geral promover uma otimização para a apresentação de um protótipo de robô aspirador de pó residencial, através de algoritmos genéticos. Os modelos imersos no mercado atual são de alto custo para o consumidor final; através do método mencionado, é possível selecionar um robô de baixo custo e até mesmo projetá-lo. Deixa-se claro que para a fundamentação do artigo foi utilizada a linha metodológica de revisão de literatura, onde foram elencados artigos condizentes com a temática, estando os mesmos publicados entre os anos 1997 e 2019. Foi feita também uma pesquisa de mercado para corroborar com a importância do desenvolvimento deste trabalho. Mediante os achados foi evidenciado que os modelos atuais de robô aspirador de pó têm certas dificuldades quando inseridos em um ambiente amo, não detectando e/ou mapeando uma área mais abrangente, podendo fazer com o que o processo de limpeza deixe a desejar, bem como a dificuldade em aspirar tapetes considerados altos, por esse motivo idealizou-se um robô aspirador de pó articulado para melhor locomoção, com sensores, com rodas similares ao modelo ilife A4 para que seja possível ultrapassar certos obstáculos com uma maior força e aspiração. Frente ao exposto a pesquisa permitiu que fosse evidenciada a importância do desenvolvimento de um robô por meio de algoritmos e que fosse possível sanar as problemáticas de correntes dos modelos inseridos no mercado.

Palavras-chave: Robô aspirador de pó. Algoritmo Genético. Indústria 4.0

1. INTRODUÇÃO

Uma das áreas que está presente tanto nas residências familiares quanto em indústrias e comércios é a do setor de limpeza e higienização, o qual além de oferecer possíveis riscos à saúde humana, tem um custo elevado, como por exemplo, o contrato com empresas de limpeza terceirizadas. Segundo um levantamento feito pelo site *ohub.com* com suas empresas cadastradas, um contrato pode variar em média de mil a nove mil e seiscentos reais mensais, podendo esse custo ser reduzido com investimentos em equipamentos de limpeza mais econômicos e tecnológicos, o que abriria espaço para uma realocação ou capacitação na mão de obra (ZAMPA, 2014).

Um dos dispositivos que podem ser de grande ajuda nesse processo de otimização dos serviços de limpeza são os robôs aspiradores de pó, que utilizam sensores de proximidade para detectar obstáculos e perigos. Apensar do equipamento ser bastante prático, a tarefa pode tornar-se um pouco demorada, pois o robô pode percorrer mais de uma vez a mesma rota enquanto outros caminhos ainda não foram limpos, e uma limpeza que levaria alguns minutos, pode levar horas para ser totalmente executada (BISSOLI, ESTEVES, 2004).

Ferramentas computacionais como inteligências artificiais vêm ganhando cada vez mais espaço em diferentes setores do desenvolvimento humano, em especial no processo de automação de máquinas, sendo os algoritmos evolutivos uma importante classe de inteligências artificiais, em especial os algoritmos genéticos, que segundo Massago et al (2014), é um método de otimização bio-inspirado, desenvolvido por John Henry Holland em 1975, tendo como base a teoria evolucionária de Charles Darwin. Apesar de poderem ser adaptados para uma infinidade de problemáticas, algoritmos genéticos são mais empregados em problemas de busca e otimização, e é exatamente para essa finalidade que aplicaremos essa ferramenta computacional.

O objetivo do nosso estudo é apresentar um tipo de robô aspirador de pó residencial, de baixo custo, utilizando algoritmo genético, de modo que seja possível fazer com que o robô encontre sozinho a melhor rota possível para realizar sua tarefa de maneira mais rápida do que ele encontraria através de outros métodos, como por exemplo, a programação manual.

2. DESENVOLVIMENTO

Mediante o fortalecimento da indústria 4.0 a Aprendizagem das Máquinas (AM) mediante o processo de inteligência artificial tem ganhando espaço no mundo científico, industrial e residencial, fazendo com que seja possível o desenvolver de sistemas inteligentes por meio de técnicas computacionais, levando dessa forma a máquina a tomar decisões com base nas experiências passadas (OLIVEIRA;SIMÕES, 2017).

Ainda de acordo com o autor supracitado existem duas formas distintas de AM, sendo elas o método indutivo e dedutivo. O primeiro método mencionado trabalha com a lógica e utiliza exemplos para o desenvolver da mesma e das possíveis hipóteses; por sua vez, o método dedutivo utiliza o raciocínio de dedução para que seja possível selecionar novas informações, conforme demonstra o Quadro 01.

Quadro 01- Argumento Dedutivo e Indutivo

Dedutivo	Indutivo
Se todas as premissas são verdadeiras então a conclusão é verdadeira	Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão é provavelmente verdadeira, mas não necessariamente verdadeira
Toda a informação do conteúdo factual da conclusão já está, pelo menos implicitamente nas premissas	A conclusão contém informação que não está implicitamente ou explicitamente nas premissas

Fonte: VALENTE; BARANAUSKAS (2007)

Na atualidade, tem-se estudado os algoritmos genéticos (AG) a fim de que a máquina tenha um desempenho positivo, bem como redução de custos, sendo então possível a inserção dessas máquinas inteligentes nas residências, o que antes não era possível pelo simples fato do alto custo aquisitivo (SOARES, 1997).

Conforme mencionado nos parágrafos anteriores, a quarta revolução industrial, ou indústria 4.0 descreve as mudanças exponenciais na maneira como toda uma sociedade vive, trabalha e como se relaciona, uma vez que à medida que são implementadas tecnologias inteligentes nas fábricas e locais de trabalho, as máquinas conectadas irão interagir, visualizar toda a cadeia de produção e tomar decisões autonomamente.

Espera-se que esta revolução, tenha impacto em todas as áreas, industriais e econômicas. Embora, de certa forma, seja uma extensão da informatização da 3ª revolução industrial, a quarta revolução, está sendo considerada uma era distinta. A quarta revolução industrial está interferindo em quase todas as indústrias de todos os países e está criando mudanças maciças de maneira não linear à uma velocidade sem precedentes (CARMONA, 2017).

Uma das maiores promessas da quarta revolução industrial é potencializar a melhoria da qualidade de vida da população mundial e elevar os níveis de renda. Para os países do primeiro mundo que já desfrutam de alguns dos benefícios de um mundo conectado e automatizado, bem como de novos produtos e serviços desenvolvidos para aproveitar as tecnologias, é notória a facilidade de acesso a alguns serviços, como reservar um voo e obter recomendações de filmes (ANTONIO, 2018).

Os locais de trabalho e organizações estão se tornando "mais inteligentes" e mais eficientes como máquinas, e os seres humanos começam a trabalhar juntos, sendo possível também utilizar dispositivos conectados para aprimorar as cadeias de suprimentos e armazéns. As tecnologias da quarta revolução industrial podem até ajudar toda uma sociedade a se preparar melhor para desastres naturais e potenciais bem como pode também desfazer alguns dos danos causados por revoluções industriais anteriores (ALBERTIN, 2017).

Nas relações sociais a quarta revolução industrial pode deixar uma parcela da sociedade desempregada, pois a otimização das máquinas a cada dia mais irá fazer com o que os serviços terceirizados deixem de existir.

Por outro lado, os meios de comunicação têm se otimizado, Há uma maior facilidade nas transações financeiras e no relacionamento entre bancos e pessoa física e/ou jurídica, porém os dados podem ser acessados por meio de software maldosos, disseminando assim as informações que deveriam ser resguardadas(ALBERTIN, 2017).

Ainda de acordo com o autor citado outra área que sofrerá um impacto significativo é a das relações econômicas, uma vez que as organizações podem não conseguir se adaptar às mudanças; os governos podem deixar de empregar e regular novas tecnologias para capturar seus benefícios; uma mudança que poderá criar novas e importantes preocupações de segurança; a desigualdade pode crescer e consequentemente poderá ocorrer um fragmento de sociedades.

Os serviços de compras e entrega on-line - inclusive por drone - já estão redefinindo a conveniência e a experiência no varejo. A facilidade de entrega pode transformar as comunidades, mesmo em lugares remotos, e impulsionar as economias de áreas pequenas ou rurais (AFONSO, 2017).

Finalmente, outro setor impactado será o das nas relações trabalhistas, pois a tecnologia digital pode libertar os trabalhadores de tarefas automatizáveis, liberando-os para se concentrarem em resolver problemas de

negócios mais complexos e dar-lhes mais autonomia. Também pode fornecer aos trabalhadores ferramentas e idéias radicalmente novas para projetar soluções mais criativas para problemas anteriormente intransponíveis.

2.1. Considerações Sobre Algoritmo Genético

Os Algoritmos Genéticos (AG), como as redes neurais, são inspirados biologicamente e representam um novo modelo computacional que tem suas raízes nas ciências evolucionárias. Geralmente, os AGs representam um procedimento de otimização em um espaço de pesquisa binária e, ao contrário dos algoritmos tradicionais, eles não avaliam e aprimoram uma única solução, mas um conjunto de soluções ou hipóteses, a chamada população (DE LARCERDA; DE CARVALHO, 1999).

Os AGs produzem hipóteses sucessivas por mutação e recombinação das melhores hipóteses atualmente conhecidas. Assim, a cada iteração, uma parte da população atual é substituída pela prole das hipóteses mais adequadas. Em outras palavras, é pesquisado um espaço de hipóteses candidatas para identificar a melhor hipótese, definida como a otimização de uma determinada medida numérica, a chamada adequação de hipótese (DE MIRANDA, 2007).

A força desse processo paralelo é aprimorada pela mecânica da modificação populacional, tornando os AGs candidatos adequados mesmo para problemas difíceis de DN. Matematicamente, eles são otimizadores de função e codificam uma solução potencial baseada em estruturas de dados semelhantes a cromossomos (DE MIRANDA, 2007).

As informações críticas são preservadas aplicando operadores de recombinação a essas estruturas. Suas propriedades mais interessantes são a eficiência, programação simples e robustez extraordinária em relação aos dados de entrada (TANOMARU, 1995).

A propriedade mais importante é a robustez, e isso representa uma emulação do algoritmo de adaptação da natureza de sua escolha. Matematicamente, significa que é possível encontrar uma solução, mesmo que os dados de entrada não facilitem a localização dessa solução.

Além das vantagens mencionadas acima, há uma grande desvantagem: os AGs precisam ser cuidadosamente projetados. Uma escolha desfavorável de operadores pode afetar o resultado do aplicativo. Portanto, um conhecimento preciso do básico e do contexto é crucial para qualquer solução de problema baseada em AGs (PINEDO, 2015).

Geralmente, a implementação de um AG começa com a definição aleatória de uma população cromossômica. As estruturas são avaliadas e, em seguida, melhores oportunidades reprodutivas são alocadas para esses cromossomos, levando a melhores soluções. A adequação de uma solução está tipicamente relacionada à média da população atual ou à população mediana.

De forma sucinta o AG define um modelo introduzido e investigado por John Holland, que tratou do paradigma computacional, sendo mais conhecido como algoritmo genético canônico e em um sentido mais detalhado, o AG representa um modelo de base populacional, que emprega operadores de seleção e recombinação para gerar novos pontos de dados em um espaço de pesquisa.

2.2. A Seleção Natural De Darwin e o Algoritmo Genético

Um AG é uma heurística de pesquisa inspirada na teoria da evolução natural de Charles Darwin, conforme infere Padilha (2013). Esse algoritmo reflete o processo de seleção natural, onde os indivíduos mais aptos são selecionados para reprodução, a fim de produzir descendentes da próxima geração.

O processo de seleção natural começa com a seleção dos indivíduos mais aptos de uma população. Eles produzem filhos que herdam as características dos pais e serão adicionados à próxima geração. Se os pais tiverem melhor condicionamento físico, seus filhos serão melhores que os pais e terão melhores chances de sobreviver e esse processo continua repetindo e, no final, será encontrada uma geração com os indivíduos mais aptos (PADILHA, 2013).

O pensamento referido no parágrafo anterior pode ser aplicado a um problema de pesquisa, uma vez que são buscadas soluções para um determinado problema e com isso as variáveis são pré-estabelecidas, selecionado por último as melhores soluções e para que isso seja possível deverão ser estudadas 05 fases, sendo elas, população inicial, função de fitness, seleção, crossover e mutação.

O processo de população inicial começa com um conjunto de indivíduos chamado de população. Cada indivíduo é uma solução para o problema que o pesquisador deseja resolver, sendo o indivíduo caracterizado por um conjunto de parâmetros (variáveis) conhecidos como Genes. Os genes são unidos em uma *string* para formar um cromossomo (solução) (BENTO;KAGAN,2008).

Em um AG, o conjunto de genes de um indivíduo é representado usando uma *string*, em termos de um alfabeto. Geralmente, são utilizados valores binários (sequência de 1s e 0s), com isso são codificados genes em um cromossomo(BENTO;KAGAN,2008).

Por sua vez a Função *Fitness* determina a adequação de um indivíduo (a capacidade de um indivíduo competir com outros indivíduos). Dá uma pontuação de aptidão para cada indivíduo. A probabilidade de um

indivíduo ser selecionado para reprodução é baseada em sua pontuação de condicionamento físico (TINÓS, 2007).

No item Seleção, os indivíduos mais aptos são selecionados, permitindo dessa forma que eles passem seus genes para a próxima geração, com isso, dois pares de indivíduos (pais) são selecionados com base em suas pontuações de condicionamento físico. Indivíduos com alta aptidão têm mais chance de serem selecionados para reprodução (TINÓS, 2007).

O *Crossover* é considerado a fase mais significativa de um AG, com isso para cada par de pais a serem acasalados, um ponto de cruzamento é escolhido aleatoriamente dentre os genes, já no item *Mutação*, alguns genes podem ser submetidos a uma mutação com baixa probabilidade aleatória. Isso implica que alguns dos *bits* na sequência de *bits* podem ser invertidos e por último na *Terminação* o algoritmo termina se a população convergiu (não produz filhos significativamente diferentes da geração anterior). Diz-se então que o AG forneceu um conjunto de soluções para o problema estudado (TINÓS, 2007).

2.3. Modelos Comerciais e Características dos Robôs Aspiradores de Pó Inteligente

A idealização do proposto nesse artigo partiu dos modelos disponíveis no mercado, contudo propostas de melhorias foram levantadas a fim de fazer com o que as problemáticas oriundas dos outros modelos sejam sanadas, propondo também um novo modelo estrutural que permita aspirar e se locomover com mais facilidade, trazendo também a relação custo/benefício. Com isso, foi desenvolvido o Quadro 02, a fim de demonstrar os modelos disponíveis no mercado, seus benefícios, principais problemáticas e valores atuais.

Quadro 02- Características dos aspiradores de pó disponíveis no mercado

Equipamento	Prós	Contras	Preço
iRobotRoomba 690	Limpa sujeiras de qualquer tamanho Controle pelo aplicativo Sensores inteligentes Silencioso Recarregamento automático Mapeamento 3d do ambiente	Bateria	R\$ 2100
Ropo Glass 2	Aspira, varre, esteriliza e passa pano Controle remoto com tela lcd e várias funções Parede virtual Sensores inteligentes anti-queda e impacto Para todos os tipos de piso Excelente autonomia (2hrs) e recarregamento automático Ótimo para sujeiras, pelos e cabelos Fácil de usar Assistência técnica com boa cobertura nacional Baixo nível de ruído (<60db)	Um pouco alto (9,6cm) Não mapeia o ambiente Sem sensores para detectar sujeira Percurso de limpeza aleatório	R\$ 1099
iRobotRoomba 621	Limpeza eficaz Silencioso Para todos tipos de pisos e carpetes Sensores inteligentes anti-queda e impacto Autonomia de 2 horas e recarregamento rápido automático Prático e fácil de usar, com o toque de um botão Durabilidade Design Fácil de limpar	Sem controle remoto Preço	R\$ 2000

Xiaomi Mi Robot Vacuum	12 sensores inteligentes 360° (ultrassônico, infravermelho, anti-queda, impacto, colisão, etc.). Confiável e independente Autonomia da bateria (limpa até 250m2 com uma carga) Fácil de usar e limpar Design futurista e baixo (9,2cm) Conecta ao Wi-Fi de sua casa Realmente inteligente com atualizações frequentes pela Xiaomi Potência de sucção Mostra o mapa do percurso feito no aplicativo do celular Programação de dias e horários para limpeza Mapeia o ambiente	Preço elevado Não é boa para limpar tapetes pesados (fios longos ou grossos) Sem controle remoto Aplicativo em inglês ou chinês (não tem português) Produto importado	R\$ 3000
Midea Robô Smart	Preço baixo Fácil de usar e limpar Controle remoto com 5 modos de limpeza Portátil e de perfil baixo 7,8cm de altura Volta para base para recarregar quando a bateria está baixa Sensores anti-queda e impacto Design Assistência técnica	Mais barulhento que os outros da lista Baixo custo benefício Sistema de sucção ineficaz para detritos maiores Ineficiente para limpar detritos maiores (pipoca, pedrinhas, ração, etc.)	R\$ 1000
Robô Aspirador Multilaser HO041	Barato Fácil de usar Varre, aspira e passa pano Ampla rede de autorizadas Escovas rotativas limpam cantos e locais de difícil acesso Consegue subir em tapetes e sobre pequenos obstáculos Sistema de desligamento automático caso fique preso Funcionamento silencioso (<i>ótimo robô aspirador para apartamento</i>) Sensores anti-queda e obstáculos Fácil de limpar o esvaziar o reservatório de poeira Autonomia de bateria	Sem dock de carregamento (carrega na tomada) Display LED básico (porém, é mais fácil de usar) Não recarrega automaticamente Sem mapeamento do ambiente (percurso de limpeza aleatório)	R\$ 699

Fonte: Eletrotudo (2020) -<https://eletrotudo.com/melhor-robô-aspirador-de-pó/>

Mediante uma análise sucinta do Quadro 02, pode-se evidenciar que as principais problemáticas encontradas nos referidos modelos são condizentes com: durabilidade da bateria, preço, baixo mapeamento, ruído e dificuldade de ultrapassar obstáculos o que dificulta significativamente a limpeza da residência.

O site *Techtudo* elencou pontos negativos e positivos dos modelos de robôs aspiradores de pó disponíveis no mercado; a partir desses achados é que surgiu o interesse do pesquisador em apresentar um robô que trouxesse melhorias. De antemão, serão descritos os referidos pontos no Quadro 3.

Quadro 03- Pontos positivos e negativos dos robôs aspiradores de pó

Ponto positivo	Ponto negativo
Sensores • Sensores de obstáculos • Rotas de limpeza • Desviar de obstáculos • Identificar onde há mais sujeira	Ambientes grandes • Mais espaços sem limpar
Programação de limpezas • Agendando a atividade para a data que preferir. • Os ajustes feitos através de um aplicativo para Android e iPhone (iOS), ou em controles remotos	Muitos objetos ou tapetes altos • Desviam de todos os objetos • Não podem subir em tapetes altos, ou declives com mais de 30 graus de diferença do chão. • Os equipamentos são projetados para trabalhar em superfícies planas e em pisos duros.
Mapeamento • Tecnologia VSLAM- Vision Simultânea Localization and Mapping, ou Localização Simultânea Visual e Mapeamento • Reuni as informações para desenhar uma planta da sala • Move-se em linhas retas • Câmeras acopladas no dispositivo, ou lasers de detecção.	Preço • Entre R\$ 699 e R\$ 5.299. • Os mais básicos funcionam com baterias que duram cerca de 40 minutos e oferecem poucos recursos de agendamento de limpezas

Fonte: Techtudo (2018)- <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/07/vale-a-pena-comprar-um-roboto-aspirador-de-po-conheca-os-pros-e-contras.ghtml>

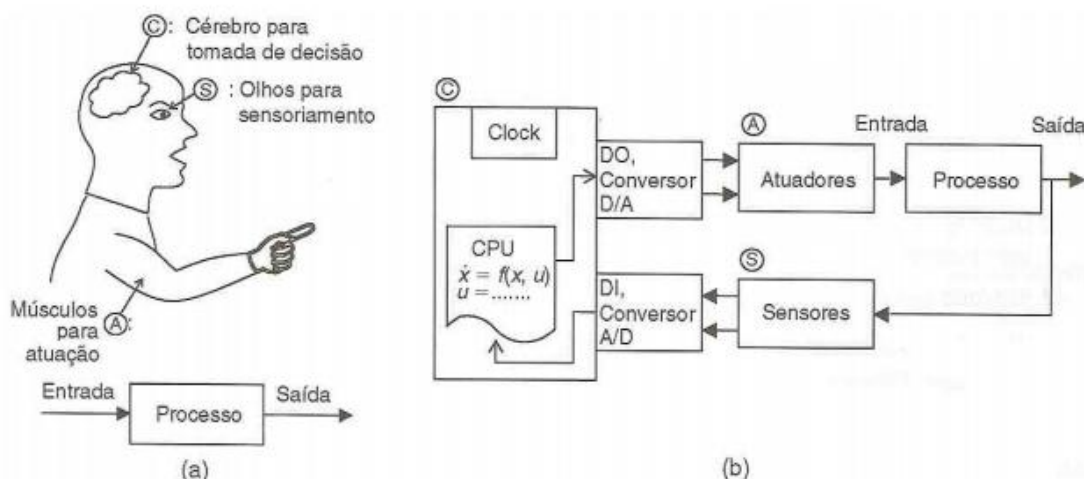
Conforme demonstrado no Quadro 03 pode-se perceber que em um ambiente muito grande o robô aspirador de pó inteligente pode ter dificuldades em realizar uma limpeza satisfatória, deixando assim então a desejar. Outros pontos visualizados foi a questão da dificuldade do robô em passar pelas barreiras presentes nas residências, sendo os mais citados, os tapetes e declives, bem como os poucos recursos de agendamento de limpeza inseridos nos modelos mais acessíveis no Brasil.

2.4. Projeto Embrionário de um Protótipo do Tipo Robô Aspirador de Pó Residencial

Para que seja apresentado um tipo de aspirador de pó residencial faz-se necessário antes de tudo uma análise detalhada dos sistemas mecânicos, elétricos e computacionais que estarão presentes no aspirador, analisando também o sensoriamento para que o robô possa assim tomar as decisões para a escolha de um melhor trajeto e/ou deslocamento a fazer (CETINKUNT, 2008).

Ainda de acordo com o autor supracitado em um disposto robótico o projeto mecânico é conhecido como o projeto embrionário do produto eletromecânico e/ou esqueleto, onde as demais funcionalidades são feitas e para facilitar o entendimento é que um comparativo é feito, de acordo com a Figura 01.

Figura 01- Analogia entre o homem e a máquina



Fonte: Cetinkunt (2008)

Conforme demonstra a Figura 01, pode-se evidenciar que no homem o cérebro é quem comanda as decisões, por sua vez os olhos servem como sensores e os músculos para a atuação, ou seja, para uma determinada ação e reação. Trazendo essa realidade para um sistema controlado, pode-se fazer uma breve analogia uma vez que os sensores correspondentes farão a ação dos olhos, detectando o ambiente para se locomover e o atuador e o controlador faria o papel desempenhado pelo cérebro humano, levando a entender dessa forma a complexidade dos sistemas controlados quando comparados com o homem (CETINKUNT, 2008).

A princípio teria de se criar um projeto, tendo como sugestão o software *Matlab*® a fim de que seja possível inserir códigos do algoritmo genético, com os comandos do robô e para a construção do referido projeto embrionário é necessário de antemão que sejam estabelecidos por etapa o sensoriamento, controle e acionamento. O sensoriamento nada mais é do que transdutores que enviam sinais para o robô para que o mesmo determine qual o melhor trajeto a realizar e ainda segundo Moraes (2003) infere que um robô ao utilizar um transdutor, o mesmo é capaz de monitorar a sua velocidade, bem como a posição em que o mesmo se encontra, o impacto e aproximação com demais objetos.

Corroborando com o pensamento dos autores citados é que Bissoli e Esteves (2004), inferem que o processo de sensoriamento possibilita que o robô encontre qual o melhor caminho a traçar. Por sua vez Vieira (1999) infere que esse processo é imprescindível para a construção e desempenho do robô, uma vez que sem este não existiriam sinais gerados para a central de controle, porém, por si só não apresentam características elétricas completas para um sistema de controle. Por esse motivo faz-se necessário o circuito de interface.

Com base no referido, de acordo com Ribeiro (2004), os sensores são divididos em interno e externos. Conforme demonstra o Quadro 04- Sensores Internos e Externos.

Quadro 04- Sensores internos e Externos.

Internos	Externos
Velocidade ou sentido de rotação de um motor	Sensores de contato
Ângulo de uma junta	De proximidade
Potenciômetros	De força
Codificadores	De força
Sensores inerciais	Infravermelhos

Fonte: Ribeiro (2004)

Ainda fazendo uma analogia com o homem pode-se perceber que o sistema interno é um impulso desencadeado pelo cérebro dentro do sistema nervoso enquanto o externo seria nada mais do que a resposta do organismo ao estímulo nervoso, ou seja, a ação. Para o referido protótipo a melhor escolha seria um transdutor com sensor óptico TCRT5000, sendo considerado o de melhor escolha custo/benefício para o desenvolvimento de projetos acadêmicos voltados a robôs (BRAGA, 2014).

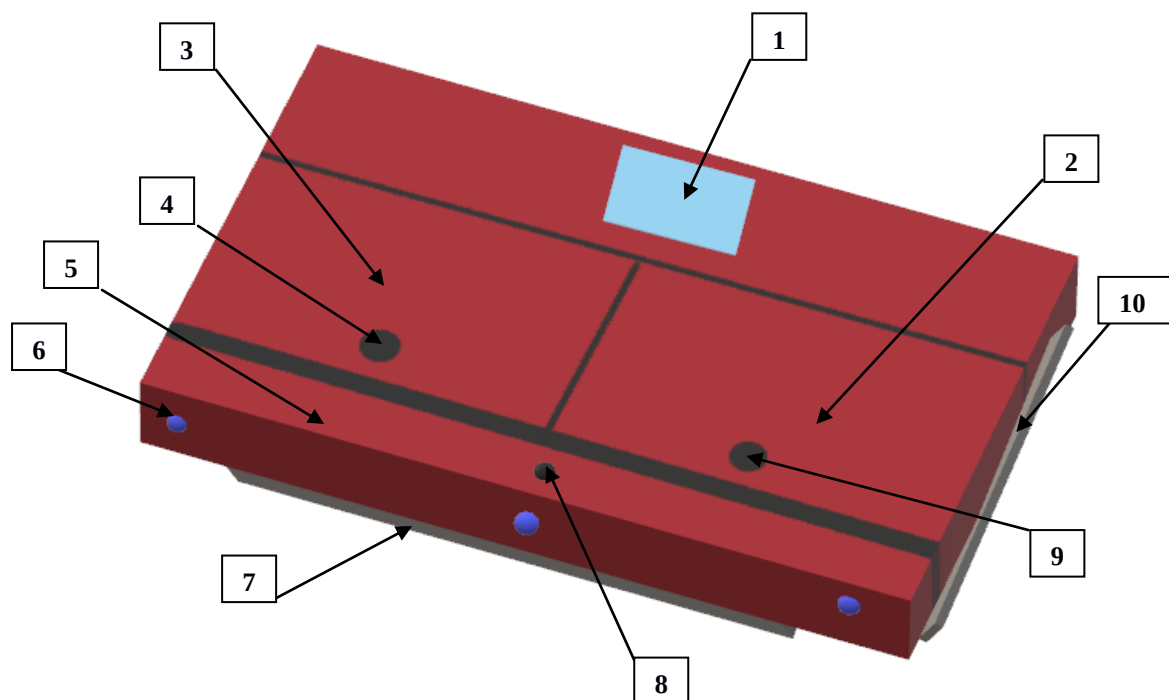
No que se refere à movimentação do robô, foi escolhido o motor de passo da KalatecKTC-HT23-397, por ser referência na utilização em robôs aspiradores de pó e por possibilitar movimentos mais precisos, uma vez que trabalha com os fatores de ângulo de rotação, velocidade, posição e sincronismo. Por sua vez o modelo do

motor elétrico escolhido foi a da fabricante Electrolux, conhecido como TF1S, sendo o mais utilizado na fabricação dos aspiradores de pó. Entretanto, o motor funciona a 110V; com isso, faz-se necessário a utilização de um transformador que visa dessa forma aumentar a voltagem de 5.5V(BRAGA, 2014).

Para o sistema de locomoção foi escolhido quatro rodas tracionadas similares ao modelo *ilife A4*, por possibilitarem maior aderência ao solo, fazendo também com o que o robô aspirador de pó possa alcançar uma maior limpeza em decorrência do mesmo conseguir subir em tapetes.

Para o sistema de controle, foi escolhido o *Arduíno®*, sendo a bateria constituída por íons de lítio, *protoboard*, sensores e demais cabos. Frente ao elencado o pesquisador desenvolveu uma seleção de componentes para apresentação de um protótipo de robô aspirador de pó, a fim de possibilitar uma maior visualização do que pretende ser feito.

Figura 02- Protótipo do Tipo Robô Aspirador de Pó Residencial



Fonte: Própria (2020)

Quadro 05- Legendas

Numeração	Legenda
1	Tela demonstrativa de nível de bateria
2	Local onde é inserido o deposito de poeira
3	Local onde é inserido o deposito de água
4	Botão acionador de levante da tampa direita
5	Local onde é inserido a escova de limpeza
6	Botões em azuis para jato de água
7	Aspirador frontal
8	Câmera frontal
9	Botão acionador de levante da tampa esquerda
10	Aspirador lateral

Fonte: Própria (2020)

Ainda se deixa claro que, na parte traseira do aspirador, existirá o acoplador do carregador, bem como abaixo do mesmo uma bucha específica para passar o pano, com isso o referido aspirador possibilita: aspirar pó, passar o pano, jato de água e limpar carpetes com mais facilidade.

No que corresponde as dimensões do robô, o mesmo conta com 8cm de altura, 23cm de comprimento e na lateral com cerca de 15 cm e diagonal de 27 cm, contando com um peso total de quase 5Kg.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido artigo possibilitou ao pesquisador estudar a construção de um robô aspirador de pó residencial inteligente, podendo dessa forma servir como base para a construção do protótipo em pesquisas futuras, mediante a isso o projeto visou desenvolver o protótipo com um custo mais acessível e que sanassem as problemáticas dos robôs disponíveis no mercado

As principais problemáticas dos referidos robôs foram listadas no quadro 03, com isso o protótipo foi criado na intenção de amenizar tais problemáticas, como é o caso do aumento do número de rodas tracionadas o que possibilita uma melhor locomoção e a superação de barreiras como tapetes e carpetes.

Outro ponto que o protótipo traz é a inserção de três unidades para jatos de água acoplados na frontal, possibilitando que o mesmo faça a ação de lavar enquanto na parte traseira encontra-se uma esponja que absorve a água simulando assim passar o pano.

Outro benefício que o protótipo traz é na questão dos aspiradores *slim*, acoplados nas laterais e na parte frontal, possibilitando uma maior aspiração, bem como a inserção de uma câmera frontal que possibilita a visualização das partes da residência que está sendo limpa.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, J. X. A Indústria 4.0 e o impacto na vida profissional de seus trabalhadores. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. CURITIBA. 2017

ALBERTIN, M. R. et al. Principais inovações tecnológicas da Indústria 4.0 e suas Aplicações e Implicações na Manufatura. Simpósio de Engenharia de Produção – Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. 2017

ANTONIO, D. S. et al. A indústria 4.0 e seus impactos na sociedade. Pesquisa e Ação, Volume 4. Nº3. 2018.

BISSOLI, Guilherme José; ESTEVES, Guilherme Pissaia. Robô Aspirador de Pó. 2004. 161f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos) - Universidade de São Paulo.

BRAGA, Frederico Castro. Estudo para fabricação de um protótipo de robô móvel com Rodas para aspiração de pó doméstica. Universidade Federal Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro Agosto

CARMONA, A. L. M. Análise dos impactos da indústria 4.0 na logística empresarial. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Joinville . 2017.

CETINKUNT, S. Mecatronica. 1ed. editora LTC. 2008

DE LACERDA, Estéfane GM; DE CARVALHO, ACPLF. Introdução aos algoritmos genéticos. Sistemas inteligentes: aplicações a recursos hídricos e ciências ambientais, v. 1, p. 99-148, 1999.

DE MIRANDA, Marcio Nunes. Algoritmos genéticos: fundamentos e aplicações. 2007.

E. P. Bento; N. Kagan. Algoritmos genéticos e variantes na solução de problemas de configuração de redes de distribuição. Sba Controle & Automação vol.19 no.3 Natal July/Sept. 2008

LEITE, P. T.; T. R. Alencar ; Carneiro, Adriano A. F. M. ; Carvalho, André C. P. L. F. ; Massago, S.. Ferramenta Computacional Baseada em Algoritmos Genéticos Aplicados ao Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos. Em: Heitor Silvério Lopes; Ricardo Hiroshi Caldeira Takahashi. (Org.). Computação Evolucionária em Problemas de Engenharia. 1ed. Curitiba. : omnipax. 2011.v. 1, p. 19-54.

MORAES, Airton Almeida de Moraes. Robótica. Departamento de Meios Educacionais e Gerência de Educação, Diretoria Técnica do SENAI-SP. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2003.

OLIVEIRA, T. F.; SIMÕES, W.L. A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia. Simpósio de Engenharia de Produção, 2016.

PADILHA, C. A. A. Algoritmo Genético aplicados a um Comitê de LS-SVN em problemas de classificação. 2013

PINEDO, Michael. Scheduling: theory, algorithms, and systems. Springer, 2012.

Renato Tinós. Comportamento auto-organizável em algoritmos genéticos aplicados a robôs móveis em ambientes dinâmicos. Sba Controle & Automação vol.18 no.1 Natal Feb./Mar. 2007

RIBEIRO, M. Isabel. Sensores em Robótica, Enciclopédia Nova ActivaMultimédia, Volume de Tecnologias, pags. 228-229. Portugal, 2004.

SOARES, G. L. Algoritmos Genéticos : Estudo, Novas Técnicas e Aplicações. Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - UFMG.1997

TANOMARU, Julio. Motivação, fundamentos e aplicações de algoritmos genéticos. In: Anais do II Congresso Brasileiro de Redes Neurais. 1995.

VALENTE, José Armando; BARANAUSKAS, Maria Cecília C.. Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP 2007

ZAMPA, FÁTIMA APARECIDA. Sistema de gestão da qualidade na indústria de Alimentos: estudo de caso na empresa granjeiro Alimentos. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Londrina 2014