



ROBÔ BATERISTA – ROBÓTICA E O ENTRETENIMENTO COMO FORMA DE DIVULGAÇÃO EM EVENTOS

Luis Miguel Alves Borges*¹, Daniel Costa Ramos¹

¹FEELT – Universidade Federal de Uberlândia – Campus Patos de Minas

Resumo - A robótica é uma área do conhecimento que vem sendo amplamente incorporada em diversas vertentes das sociedades atuais. A tecnologia em questão tem sido responsável por modificar não só o mercado de trabalho moderno como também a forma de vida das pessoas. Neste contexto, observa-se uma ampla aplicação da robótica em atividades sociais que objetivam proporcionar uma maior interação entre robôs e humanos. Pode ser citado, como forma de exemplo, eventos que se utilizam de robôs para atrair pessoas e ao mesmo tempo disseminar conhecimentos na área da robótica. Tomando como base o fato de que a música é uma ferramenta universal de entretenimento e levando em consideração a possibilidade de aplicação de robôs em eventos presenciais e remotos, é proposto neste trabalho o desenvolvimento e aprimoramento de um robô baterista que possui o propósito de divulgação. O protótipo foi desenvolvido utilizando componentes de baixo custo, sendo o robô composto por duas hastes para reproduzir batuscas, sinais luminosos e um módulo de gravação e reprodução de sons. Os resultados iniciais foram obtidos a partir da exposição nas redes sociais, sendo o protótipo utilizado nos próximos eventos presenciais na UFU.

Palavras-Chave – robótica móvel, entretenimento, eventos, divulgação científica, robô social.

DRUMMER ROBOT – ROBOTICS AND ENTERTAINMENT AS A FORM OF PUBLICITY AT EVENTS

Abstract - Robotics is an area of knowledge that has been widely incorporated in several aspects of current societies. The technology in question has been responsible for changing not only the modern job market but also people's way of life. In this context, there is a wide application of robotics in social activities that aims to provide greater interaction between robots and humans. As an example, the use of robots at events to attract people's attention and at the same time disseminate knowledge in the area of robotics. Based on the fact that music is a universal entertainment tool and leading to the possibility of applying robots in presential and remote events, this work

* luis.alves@ufu.br

proposes the development and improvement of a drummer robot that has dissemination of knowledge purpose. The prototype was developed using low-cost components, the robot being composed of two rods to reproduce drums, light signals and a sound recording and reproduction module. The initial results were obtained by social network exposition, but the prototype will also used in upcoming presential events at UFU.

Keywords – mobile robotics, entertainment, events, scientific dissemination, social robot

I. INTRODUÇÃO

Os robôs deixaram de estar limitados ao ambiente industrial [1], ganhando cada vez mais espaço em nosso cotidiano e abrindo caminho para diversas novas possibilidades que beneficiam a sociedade [2]. Uma destas possibilidades, para além dos serviços tradicionais, é o uso de robôs como instrumento de entretenimento humano. Atualmente, robôs vêm sendo utilizados em atrações turísticas, culturais ou ainda no meio artístico, sendo denominados robôs sociais, ou em outras palavras, robôs projetados com a finalidade de interagir e fascinar os seres humanos.

Uma das vertentes do entretenimento mais conhecida e de maior impacto, é a música. Ao direcionar a robótica para a área musical, pode-se obter os benefícios das duas áreas, como indicado em [3], com o uso da robótica social para ensino de música para crianças com autismo. A música tem o poder de influenciar os seres humanos e, em particular, as emoções, humores e sentimentos das crianças. Ensinar música pode ajudar a desenvolver novas habilidades ou melhorar habilidades de comunicação social, verbal e não verbal existentes em crianças. As crianças que recebem educação musical regular podem ter melhor desenvolvimento motor, matemático e melhores habilidades de leitura em comparação com seus pares. Assim surgiu a concepção do robô social humanoide, desenvolvido para ensinar música sistematicamente a crianças autistas [3].

Um caso especial, aplicado à educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), teve como foco combinar robôs e teatro musical em um programa pós-escolar para crianças do ensino fundamental em áreas rurais, mais especificamente, as socioeconomicamente desfavorecidas [4].

Acredita-se que esta combinação oferece um rico e envolvente meio de introduzir grupos de crianças para as ideias centrais da educação STEAM. A robótica pode facilmente levar a discussões de programação, matemática, física, interação homem-robô, animação, etc. Ao inserir o teatro, presa-se a discussões sobre música, canto, representação, desenho, pintura, figurino e muito mais.

Outro exemplo de robótica, educação, arte, dança e música é relatado no trabalho desenvolvido em [5], o qual descreve a iniciativa Playmaker. Esta é uma iniciativa onde utiliza-se o ensino de robótica, o entretenimento e a codificação em ambientes pré-escolares. O autor também relata que a robótica oferece uma maneira divertida e colaborativa para as crianças se envolverem com os conceitos fundamentais de tecnologia e engenharia durante seus primeiros anos de formação.

Os resultados indicaram que as crianças tiveram muito sucesso em dominar os conceitos fundamentais de programação e as temáticas de entretenimento contribuíram com os resultados. Além disso, os professores foram bem-sucedidos em promover um ambiente colaborativo e criativo, mas menos bem-sucedidos em encontrar maneiras de se envolver com a maior comunidade escolar por meio da robótica.

Com base nestas literaturas, observa-se que a robótica educacional tem tido grandes resultados na área de educação e arte, contribuindo para a formação de crianças, adolescentes e jovens. Um ponto em comum destes trabalhos, é a empolgação descrita ao se utilizar o robô e o efeito que os mesmos possuem na imaginação humana.

De maneira análoga, o estudo realizado em [6] utilizou um robô social em um shopping center e observou grande interação entre o público (crianças e adultos) e o robô. Os autores pontuam que os adultos estavam interessados em saber mais sobre possíveis usos dos robôs e as crianças estavam interessadas em interagir ativamente com a máquina.

A preferência do público pelos robôs em detrimento de formas tradicionais de interação tem sido tópico de pesquisas recentes, como a realizada em [7]. Os autores avaliaram a preferência dos consumidores em utilizar um robô ao invés de um balcão de auto atendimento, sendo medida a taxa de sucesso em transformar público passante em consumidores nas lojas. Foi concluído que há um maior interesse e maior poder de atração em se utilizar robôs em relação às vias tradicionais.

Este trabalho foi motivado pelas aplicações supracitas da robótica na educação e entretenimento, considerando principalmente o impacto da mesma em atrair e manter atenção do público-alvo. Dentre as formas de entretenimento, a música e o bатуque foram considerados linguagens universais com baixa complexidade de implementação.

A utilização de materiais de baixo custo também foi um fator que influenciou o projeto, como apontado em [8], dada que a robótica permite trabalhar a ideia de que as ações bem direcionadas são capazes de causar impacto significativo, independentemente do valor investido e de sua complexidade.

O presente trabalho constitui na finalização e aprimoramento do primeiro protótipo do robô baterista, denominado “Drummer Bot”. Como o projeto foi desenvolvido durante o período de atividades remotas, este

teve como meta a utilização do robô tanto para eventos presenciais quanto para eventos remotos.

Foi estabelecido como foco a divulgação científica e a possibilidade de atrair interesse do público externo para projetos de robótica que estão sendo desenvolvidos no curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações de Patos de Minas.

II. MATERIAIS E MÉTODO

Tomando como base a experiência com a primeira versão do protótipo do Drummer Bot, foi inicialmente realizado um vasto estudo contemplando os módulos e o funcionamento do protótipo inicial. Este estudo teve como objetivo levantar as limitações e possibilidades mais avançadas do protótipo, para propor possíveis melhorias a serem aplicadas ao mesmo e permitir ampliar o leque de atividades e a recepção do público ao robô.

Nesta seção serão descritos os principais materiais utilizados no trabalho e, em seguida, a metodologia utilizada para o desenvolvimento e avaliação do protótipo.

A. Material

Por se tratar de um projeto que propõe a obtenção de bons resultados com custo reduzido, os materiais utilizados são os mesmos encontrados em kits educacionais iniciais para ensino de eletrônica. De forma geral, o protótipo necessita de uma estrutura de acrílico contendo rodas conectadas a um par de motores de corrente contínua, os quais são controlados por intermédio de uma ponte H modelo TB6612FNG. Tal arranjo é muito utilizado para acionamento de motores DC de modo bastante simples.

O protótipo conta com componentes auxiliares, como um sensor ultrassônico utilizado para detecção de objetos, servo motores utilizados para realizar o movimento de suas partes móveis, indicadores luminosos, um Arduino Mega para controlar as ações de forma embarcada e o módulo ISD1820 para gravação e reprodução de sons.

Os materiais utilizados são brevemente apresentados na Tabela 1. A condição inicial da versão anterior do protótipo e o módulo de gravação ISD1820 serão apresentados nos itens subsequentes.

Tabela 1: Materiais utilizados no protótipo.

| Materiais Utilizados | Quantidade |
|---|------------|
| Estrutura de acrílico | 1 |
| Protoboard | 1 |
| Arduino Mega | 1 |
| Motores de corrente contínua | 2 |
| Ponte H TB6612FNG | 1 |
| Servo motores com hastes | 2 |
| Servo motor com sensor ultrassônico HC-SR04 | 1 |
| Módulo LED - Semáforo | 1 |
| Módulo ISD1820 | 1 |
| Módulo para Alimentação - HY-P332 | 1 |

Para gravação do material de divulgação, foram utilizadas 3 webcams conectadas ao computador, um sistema *softbox* para iluminação e o software OBS para captura e integração dos vídeos.

1) Módulo gravador reproduzidor

O módulo de gravação e reprodução utilizado, composto principalmente pelo circuito integrado ISD1820, é um dispositivo responsável pelo processo de gravação de sons e reprodução dos dados gravados em sua memória. O módulo possui uma tensão operacional que atende o intervalo de 3V até 5V e uma memória do tipo EEPROM interna não volátil, a qual permite que o sistema seja desligado sem que o áudio gravado anteriormente seja perdido. A capacidade de gravação e reprodução dos sons é de até 10 segundos.

O módulo possui 3 botões para controle e um conector com 12 pinos utilizado para realizar a conexão com o microcontrolador e executar funções específicas. A placa é composta pelos botões (1) REC, o qual inicia a gravação dos sons após pressionado, (2) PLAYE, responsável por reproduzir todo o conteúdo presente na memória EEPROM e (3) PLAYL, o qual reproduz a gravação armazenada enquanto se encontra pressionado.

Além dos botões, também estão presentes o chip ISD1820, responsável pelo controle da gravação e reprodução, um LED de controle, o qual acende quando o módulo opera no modo de gravação e pisca rapidamente ao final da reprodução, um microfone, para captação do som, e por um conector.

2) O protótipo inicial

Sendo um projeto relativamente grande, a versão inicial do Drummer Bot foi montada em etapas. A primeira versão utilizava um Arduino NANO acoplado à uma *shield* de expansão DK-NANO-003. Isso possibilitou a conexão de uma maior quantidade de módulos e componentes ao microcontrolador. Um módulo denominado HY-P332 foi adicionado ao sistema com o intuito de controlar o fornecimento de energia através de um botão. O projeto foi montado sobre um chassi de acrílico, o mesmo utilizado no projeto atual.

Os primeiros testes realizados continham o Sensor Ultrassônico HC-SR04, o qual operava detectando obstáculos. Um servo motor SG90 foi utilizado para girar o sensor HC-SR04. O servo em questão foi programado para funcionar de forma semelhante a um pescoço, girando em 45 graus para cada lado (esquerda/direita) a partir de sua posição inicial.

Um outro servo SG90 era mantido em repouso na maior parte do tempo, entrando em ação apenas nos momentos em que o sensor detectasse algum obstáculo a uma distância inferior a 10 cm do robô. Uma haste metálica encontrava-se acoplada a este servo, a qual funcionava como um braço e permitia que o robô batesse no obstáculo encontrado.

O sistema de gravação e reprodução de sons foi implementado utilizando o módulo ISD1820. O módulo foi conectado ao Arduino e tinha como função iniciar uma gravação quando o sensor detectasse um objeto com distância inferior a 10 cm do robô. Deste modo, o sistema gravava o som gerado pelas batidas aleatórias da haste contra o obstáculo e, após alguns segundos, interrompia a gravação e reproduzia o áudio gravado. Este sistema é de extrema importância ao protótipo, sendo um dos pilares que sustentam a base musical do robô. O protótipo inicial (Figura 1), teve sucesso em executar uma rotina simples de batucadas, gravação e reprodução.

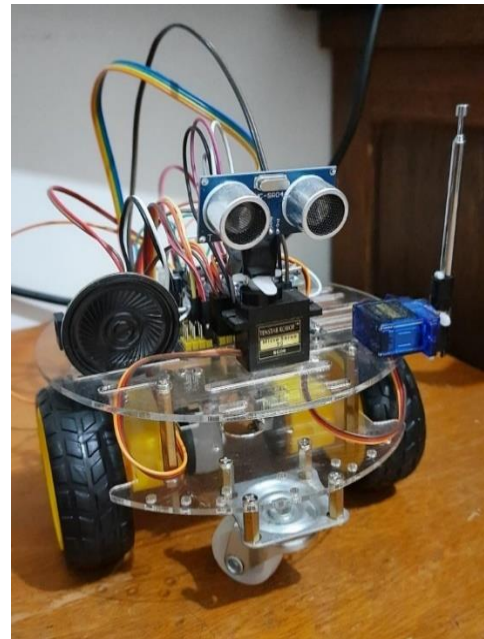
B. Metodologia

Para alcançar o objetivo do trabalho foi necessária uma etapa de capacitação e de estudo da literatura, para que então se tornasse possível propor melhorias a serem aplicadas ao protótipo. Após a etapa de capacitação, foram avaliadas as possíveis melhorias que o protótipo deveria possuir, sendo divididos em recursos imediatamente alcançáveis com base nos materiais disponíveis no laboratório e recursos que demandariam maior custo.

Na primeira categoria foram listados itens como ritmos programáveis, diferentes rotinas para exibição, incorporação de sinais luminosos e a adição de uma segunda haste.

Na segunda categoria, foram listadas a estrutura física do robô (incorporação de uma carcaça) e a eliminação dos fios via confecção de uma placa de circuito impresso.

Figura 1: Drummer Bot em sua versão inicial



As melhorias da primeira categoria foram gradualmente implementadas, possibilitando avaliar o funcionamento e a receptividade inicial do robô em redes sociais e em eventos realizados.

Com a estrutura definida foram desenvolvidos um conjunto de rotinas para eventos, sendo divididas em: (1) ritmos de batidas, (2) rotinas com ações diferentes e (3) rotinas específicas para eventos.

A primeira, como o nome indica, tem como objetivo intercalar os ritmos para não ficar cansativo a exposição do robô. A segunda rotina, visa tanto a alternância entre eventos presenciais e remotos, quanto a diversificação de ações do robô. Por fim, a terceira categoria visa códigos específicos para determinadas situações, como por exemplo, a limitação de espaço para movimentação do robô em um evento.

Após o desenvolvimento das rotinas e das adições iniciais, o robô foi exposto em redes sociais, no projeto de extensão de divulgação de robótica denominado Robopatos. Além disso, o protótipo também será utilizado de forma presencial. Em ambas as situações serão avaliados os impactos causados na opinião do público externo.

Ao fim do projeto, será avaliado o retorno recebido nestes eventos e nas redes sociais para propor novas modificações e finalizar o protótipo com as modificações que envolvem maior custo, como a carcaça e a confecção de placas de circuito impresso.

III. DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de tornar o Drummer Bot ainda mais atrativo, foram estabelecidos requisitos com o intuito de aprimorar os aspectos musical e visual do robô. Como as ideias envolvem um número de componentes, isso implica na necessidade de um número maior de portas. Desta forma, foi proposta uma substituição do Arduino NANO e o *shield* de expansão DK-NANO-003 por um Arduino Mega. Isto permitiu a expansão do número de portas digitais disponíveis para utilização. Portas digitais permitem conectar periféricos a placa do arduino e assumem apenas dois estados elétricos, alto (5V) ou baixo (0V).

Uma segunda haste foi adicionada ao protótipo com o objetivo de potencializar as características musicais do Drummer Bot. De forma similar a primeira haste, a segunda haste implementada também foi acoplada a um servo motor, o qual foi previamente testado de maneira independente. Objetivando evitar que a nova haste batesse no chassi do protótipo enquanto o ritmo era tocado, uma peça auxiliar de plástico foi utilizada para aumentar a distância entre a haste e o chassi.

Para potencializar a atratividade do protótipo, um módulo semáforo foi adicionado. O módulo foi programado de modo a se comportar de acordo com o funcionamento do robô. Durante a movimentação do protótipo para frente, o módulo exibe a luz verde, no momento em que o protótipo grava e reproduz os sons, o módulo exibe uma luz amarela, quando o protótipo se encontra em repouso, o módulo exibe uma luz vermelha.

Em seguida, foram desenvolvidas as rotinas de sequências pré-definidas e mais desenvolvidas musicalmente, melhorando também o código responsável pelo funcionamento do Drummer Bot, principalmente no que se refere a movimentação e ao reconhecimento de obstáculos.

A inclusão da segunda haste permitiu a criação de ritmos mais elaborados. Ao todo, 6 sequências de batidas foram criadas. Tais sequências se mostraram mais atraentes que o ritmo aleatorizado que antes era tocado pelo protótipo.

Dentre as 6 sequências produzidas, 2 possuem ritmos rápidos, 2 ritmos lentos e as outras 2 possuem ritmos que enfatizam a possibilidade de se bater com as duas hastes ao mesmo tempo. As sequências foram produzidas de forma empírica, sendo avaliadas conforme o tempo entre as batidas geravam melodias. As batidas e o posicionamento dos servos foram incrementalmente configurados e gerados, permitindo a criação dos ritmos de maneira gradual.

Com base nos seis ritmos criados, diferentes configurações de funcionamento foram elaboradas para o Drummer Bot. Dentre as configurações produzidas, algumas exploram o funcionamento isolado das sequências. Neste caso o robô reconhece um objeto e toca um dos seis ritmos pré-definidos, gravando o som gerado e o reproduzindo logo a seguir.

Outras configurações exploram a possibilidade de reconhecimento de mais de um obstáculo, em que o robô se

movimenta até certo objeto, toca uma das sequências pré-definidas, faz uma curva de 180 graus, se move até encontrar um outro objeto e toca novamente uma das sequências. Por fim existe uma última configuração, em que o robô encontra um obstáculo e toca 4 dos seis ritmos, todos em sequência.

Ao longo do período de aprimoramento do Drummer Bot, diferentes materiais foram utilizados como obstáculo para o robô, tais como vasilhas e latas de alumínio, objetos de madeira, placas compostas por diferentes tipos de metal e carcaças de equipamentos eletrônicos.

Apesar do êxito obtido na produção dos ritmos pré-definidos, houveram dificuldades relacionadas a gravação e reprodução dos sons. O módulo gravador reproduz grava o som gerado pelo movimento dos servos com uma intensidade que atrapalha a gravação limpa das batidas, o que acaba ofuscando este último.

Para mitigar este problema, tentativas de se reposicionar os componentes sobre o Kit Chassi 2WD foram feitas, afastando o módulo gravador dos servos motores e amenizando a gravação do som gerado pelos servos. Isso possibilitou melhorar a gravação, apesar de não resolver o problema por completo.

Também foram confeccionados materiais que serviram de “carroceria” e como objeto de batucada para o protótipo. Na Figura 2, são ilustrados uma das carrocerias e uma das estruturas confeccionadas para a reprodução de sons em madeira e em metais, ajustados para a altura da haste do robô.

Em laboratório, instrumentos e outros materiais também foram utilizados, principalmente para gravação dos vídeos. No entanto, para eventos presenciais, serão utilizadas as estruturas confeccionadas.

Figura 2: Material confeccionado para a carroceria e para as batidas.



IV. RESULTADOS

O Drummer Bot é capaz de se movimentar por um ambiente fechado em busca de um obstáculo e batucar contra o objeto e o chão utilizando suas hastes. O som gerado é gravado pelo módulo gravador reproduz e reproduzido logo em seguida. O diagrama com o resumo dos componentes e de suas conexões atuais é indicado na Figura 3.

O funcionamento do protótipo segue de forma sequencial um processo de ativação que interliga os componentes do sistema, gerando um ciclo que se repete regularmente.

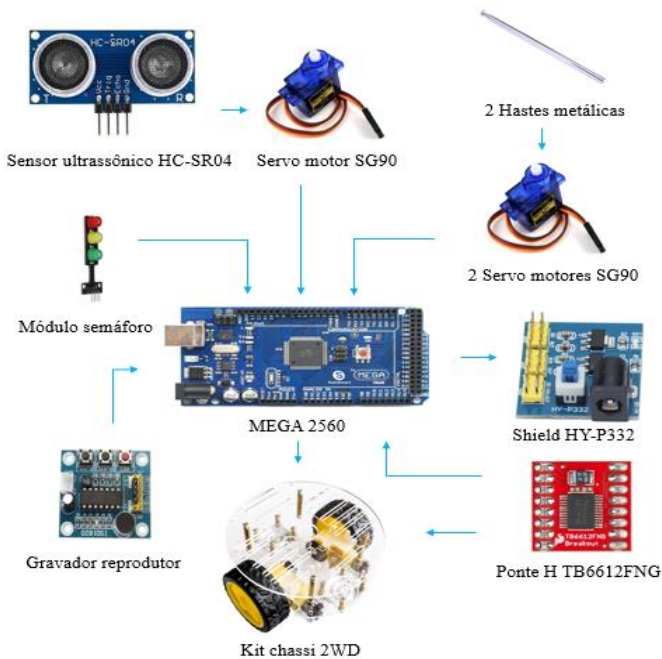
Os primeiros vídeos gravados utilizaram uma sequência de ação similar ao do protótipo inicial. Nesta sequência, o servo motor do pescoço em conjunto com o sensor ultrassônico gira para a esquerda e para a direita, com objetivo de encontrar

algum alvo que esteja em torno do protótipo, enquanto os dois motores funcionam continuamente e movimentam o Drummer Bot para frente.

No momento em que o sensor detectar algum obstáculo em distância inferior a 10 cm do protótipo, o funcionamento dos motores é interrompido.

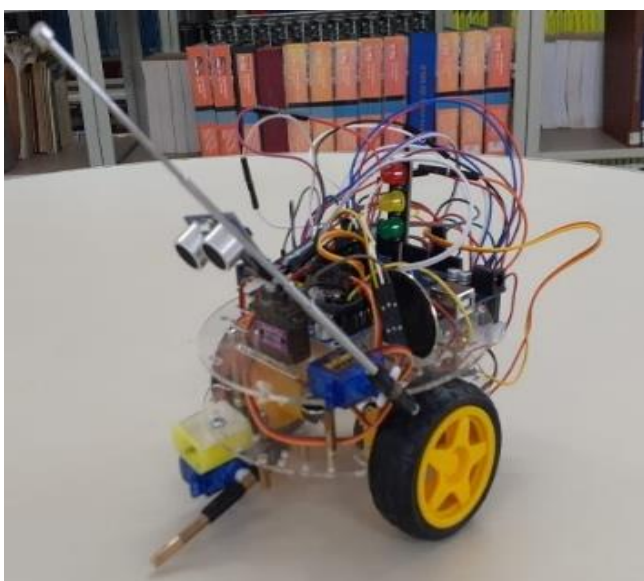
Os servo motores com as hastes são acionados e executam um dos 6 ritmos pré-determinados no objeto a sua frente. Paralelamente o módulo gravador/reprodutor armazena o áudio. Após a execução das batidas o áudio gravado pelo módulo é reproduzido.

Figura 3: Componentes e conexões do Drummer Bot.



A aparência do protótipo (Figura 4) foi mantida durante os experimentos até que todas as sugestões de modificações fossem efetuadas.

Figura 4: Drummer Bot em sua versão final.



A sequência mencionada anteriormente foi gravada e editada para destacar as batucadas do Drummer Bot, disponibilizando dois vídeos iniciais de curta duração. Estes vídeos foram reproduzidos no Instagram do projeto Robopatos para validar a repercussão no formato remoto.

Segundo as métricas Insights do Instagram, com a primeira publicação do robô foram atingidas 159 contas e houveram 185 impressões. Para efeito de comparação, a publicação anterior a esta alcançou 90 contas e teve 132 impressões. Isso indica uma significativa melhora nos números de visualizações.

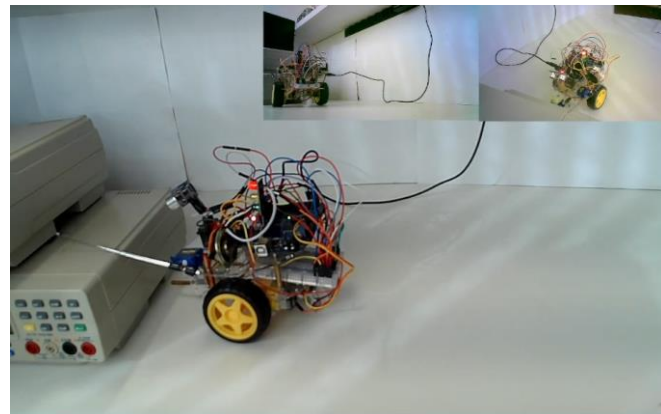
O segundo vídeo foi melhor trabalhado e foi realizada uma segunda publicação. Esta, por sua vez, atingiu a marca de 3076 contas e 3258 impressões. O aumento no número absoluto de visualizações é visivelmente significativo, principalmente ao considerar que o canal possuía menos de 190 seguidores na ocasião.

Contudo, o impacto mais positivo foi sentido nas publicações subsequentes, onde a média de contas atingidas subiu para números acima de 350, com mais de 400 interações.

Um segundo conjunto de gravações foram realizadas para publicações futuras, contendo diversas variações rítmicas e de ações. Esse segundo conjunto (Figura 5) demonstra o robô em funcionamento em diversos ângulos e será postado nas redes sociais durante o restante do ano.

Vídeos contendo o protótipo em funcionamento podem ser acessados através dos links <https://youtu.be/1XfDj8o2HB0> e <https://youtu.be/qjuY57ZoFL4>. Para mais informações, o projeto também está sendo divulgado através do site: www.robopatos.cafe.

Figura 5: Exemplo de vídeos gravados com o Drummer Bot,



Ademais, o robô será avaliado em eventos futuros, tais como o “Vem pra UFU” e os eventos da “Semana da Família” e “Semana da Ciência e Tecnologia”, promovido pelo IFTM em 2022.

Para os eventos presenciais, certos preparativos foram realizados. Códigos especiais estão sendo elaborados e testados de modo que as características do Drummer Bot sejam exploradas de maneira eficiente e dentro dos limites impostos pelo evento.

Por exemplo, para a “Semana da Família” e “Semana da Ciência e Tecnologia” promovida pelo IFTM, o espaço disponível em bancada para a apresentação dos trabalhos é reduzido, por este motivo a exploração das características de movimento do protótipo será restringida.

Para suprir tais limitações, será dada ênfase aos ritmos tocados pelo robô e ao seu aspecto visual. Espera-se apresentar uma variedade de ritmos em um ciclo que não contenha grandes movimentações do Drummer Bot, reduzindo assim o surgimento de possíveis problemas e a necessidade de se reprogramar o robô durante o evento.

Por outro lado, no “Vem pra UFU” o espaço disponível para apresentação é maior, e permitirá uma maior exploração das características de movimentação do protótipo.

Neste caso, é possível investir em configurações que contenham o reconhecimento de mais de um objeto e a realização de curvas pelo robô. Contudo, é importante não extrapolar a complexidade do código implementado para eventos, pois eventuais problemas no seu desempenho podem causar efeito no público alvo contrário ao esperado.

V. CONCLUSÃO

Robôs de baixo custo exercem grande influência no mercado atual e se destacam por sua praticidade. Tais robôs são aplicados nas mais diversas áreas e podem ser criados em países cuja tecnologia não se encontra adequadamente desenvolvida, situação em que se enquadra o Brasil.

Através do estudo teórico realizado e após várias horas práticas experimentais, tornou-se possível aprimorar o protótipo inicial do Drummer Bot, tornando-o adequado para a aplicação em eventos remotos e presenciais.

Pode-se afirmar com base nos experimentos realizados que o robô é capaz de circular por ambientes abertos em busca de obstáculos e executar ritmos pré-definidos, batendo com suas hastes contra o obstáculo e o chão. O som gerado pelas batidas é gravado pelo módulo gravador reproduzido e reproduzido logo em seguida.

Melhorias são sempre bem vindas e o Drummer Bot encontra-se atrelado a essa premissa. O sistema de movimentação pode ser melhorado através da implementação de um giroscópio, o qual permitirá a execução de movimentos mais precisos. Uma impressora 3D pode ser utilizada para a criação de uma carcaça para o protótipo e uma placa de circuito impresso pode ser confeccionada objetivando reduzir o circuito do projeto.

O Drummer Bot atende os objetivos para o qual foi criado. O robô pode ser amplamente aplicado em eventos, gerando grande atratividade para o curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações da Universidade Federal de Uberlândia.

Não obstante, a confecção do protótipo proporcionou a aquisição de um grande conhecimento referente as áreas de programação e implementação utilizando microcontroladores, além de permitir um maior contato com a montagem de circuitos elétricos. De fato, o projeto foi e será de extrema contribuição para divulgação do curso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao aluno Gustavo Vitor Oliveira Costa por contribuir na primeira versão do protótipo, assim como à Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio e à FAPEMIG por ter financiado este projeto por meio da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- [1] GAMERO, Isis. (2018) **Robôs Industriais: tudo o que você precisa saber.** Disponível em: <<https://www.pollux.com.br/blog/robos-industriais-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acessado em agosto de 2022.
- [2] TRINDADE, Rodrigo. (2018) **A máquina no lugar do homem.** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tecnologia/especial/inteligencia-artificial-vai-acabar-com-empregos-htm#e-inevitavel?cmpid=copiaecola>>. Acessado em agosto de 2022.
- [3] TAHERI, A. et al. (2014) **Teaching music to children with autism: A social robotics challenge.** Disponível em: <http://scientiairanica.sharif.edu/article_4608_13976c433fc3d5b9a80c9134df4ffe9f.pdf>.
- [4] BARNES, Jaclyn. et al. (2019). **Estudo de caso informal da educação STEAM: Child-Robot Musical Theater.** Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3290607.3312890>>.
- [5] SULLIVAN, A. et al. (2018) **Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers.** Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>>.
- [6] AALTONEN, I.; ARVOLA, A. HEIKKILA, P.; e LAMMI, H. (2017) **Hello Pepper, May I Tickle You? Children's and Adults' Responses to an Entertainment Robot at a Shopping Mall.** In Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '17), DOI:<https://doi.org/10.1145/3029798.3038362>
- [7] BRENGMAN, M. et al. (2021) **From stopping to shopping: An observational study comparing a humanoid service robot with a tablet service kiosk to attract and convert shoppers.** Journal of Business Research, Volume 134, ISSN 0148-2963, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.025>.
- [8] FILHO, Dante A. Medeiros; GONÇALVES, Paulo C. (2008) **Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras.** Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/985/971>>.