

Prototyping an automated lawn mower

Vincio Lopes Teixeira
Técnico em Mecatrônica
Instituto Federal do Paraná – Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
vincioteixass144@outlook.com

Pedro Henrique Viturino de Oliveira
Técnico em Eletromecânica
Instituto Federal do Paraná - Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
pedrohenriqueviturino@gmail.com

Aurasil Ferreira Garcia Junior
Engenharia Mecânica
Instituto Federal do Paraná - Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
aurasil.junior@ifpr.edu.br

Ricardo Toshiyuki Kato
Engenharia Mecânica
Instituto Federal do Paraná - Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
ricardo.kato@ifpr.edu.br

Gílson Maekawa Kanashiro
Engenharia Elétrica
Instituto Federal do Paraná - Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
gilson.kanashiro@ifpr.edu.br

Eber de Santi Gouvêa
Engenharia Mecânica
Instituto Federal do Paraná - Paranavaí
Paranavaí, PR, Brasil
eber.gouvea@ifpr.edu.br

Abstract—The elaboration of an external occupation project in both public and private areas is an important step in the civil construction process. Its objectives are to define how the integration between people and nature will occur, ensuring harmony, beauty of the environment and functionality of the place. Whether through water sources, vertical gardens, flowerbeds, walkways, pergolas or lawns, it is important to identify the best form of occupation of external areas, considering maintenance costs, features, preservation and conservation of the site. The IFPR, Paranavaí campus occupies approximately 90,000 m², and approximately 12,000 m² of this area is occupied by Batatais grass (*Paspalum notatum*) and about 44,000 m² with Brachiaria (bovine pasture grass). The maintenance of the grass is carried out in an area of approximately 36,000 m² at a cost of R\$0.20/m² per pruning operation. As a way to reduce the amounts allocated to the maintenance of lawns at the IFPR campus Paranavaí, this project aims to develop a lawn mower operated by remote control to assist in the mowing process. The propulsion system was developed using two 12 volt gearmotors to drive the lawn mower's drive wheels. The automation system consists of a 16-channel board commanded by a remote control. The electrical system is powered by a 12 volt, 45Ah battery, responsible for activating the gearmotors and starting the internal combustion engine. This motor has a nominal power of 6 HP and its function is to drive the cutting blade of the lawn mower.

Keywords— lawn mower, gardening, auto-browse.

I. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação das áreas externas de um determinado local, impacta na qualidade de vida das pessoas principalmente quando se considera grandes centros urbanos. Um projeto de paisagismo interfere nas condições de temperatura e qualidade do ar, auxilia na regulação hídrica, além de influenciar na acessibilidade e lazer da população [1].

A presença de vegetação nos centros urbanos traz benefícios ecológicos por meio do desenvolvimento de ecossistemas locais estabelecido entre as áreas verdes e ruas arborizadas, contribuindo dessa forma para o desenvolvimento da biodiversidade [2].

Fontes de água, jardins verticais, canteiros, passarelas, pergolados ou gramados, podem ser considerados como técnicas de paisagismo. Porém, é importante que se identifique a melhor forma de ocupação das áreas externas, considerando os custos de manutenção, as funcionalidades, a preservação e conservação do local [3].

Outro ponto importante em relação ao paisagismo, está relacionado ao valor comercial da área. A recuperação de áreas degradadas ou inapropriadas para a construção civil por projetos de paisagismo, pode influenciar até mesmo no valor do imóvel local ou da vizinhança [4].

No Brasil, o emprego de gramas para projetos de paisagismo é comum, pois recobre o solo evitando erosões e enxurradas, filtra e purifica a água subterrânea, propicia um ambiente natural e agrega valor aos imóveis, atua como um regulador de temperatura e pode contribuir para a redução da poluição [5]. A grama Batatais (*Paspalum notatum*) e a grama São Carlos (*Axonopus compressus*) são nativas no Brasil e amplamente utilizadas em obras públicas, parques industriais, áreas esportivas e até mesmo em áreas residenciais [6].

O IFPR, campus Paranavaí ocupa aproximadamente 90.000 m², sendo que aproximadamente 12.000 m² dessa área é ocupada por graminéa Batatais (*Paspalum notatum*) e cerca de 44.000 m² com Brachiaria (graminéa de pastagem bovina). A manutenção da grama é realizada em uma área de aproximadamente 36.000 m². De acordo com a Coordenadoria Administrativa do campus, foram investidos na roçada da grama por meio de processo licitatório, R\$ 13.400,00 no ano de 2017, R\$ 24.300,00 no ano de 2018, R\$ 26.300,00 no ano de 2019 e cerca de R\$ 15.000,00 no ano de 2020.

Somado a esses valores, cerca de 30 horas mensais de atividades de 02 (dois) Auxiliares de Serviços Gerais são atribuídas às atividades de manutenção do gramado do campus. Avaliando um valor de R\$15,00 por hora de atividade, o campus destina aproximadamente R\$ 450,00 por mês. Dessa forma, considerando o valor de R\$ 15.000,00 referente ao processo licitatório e R\$ 450,00 por mês de atividades de serviços gerais (R\$ 5.400,00 por ano), o valor total referente às atividades de manutenção dos gramados pode chegar a R\$ 20.400,00 para o ano de 2020.

Como forma de contribuir para o desenvolvimento de projetos de pesquisa em conjunto com os alunos do Curso Técnico em Eletromecânica do IFPR, campus Paranavaí e auxiliar na redução dos valores destinados à manutenção dos gramados, esse projeto tem por objetivo desenvolver um cortador de grama operado por controle remoto para auxiliar no processo de manutenção da grama presente nos jardins do campus.

II. OBJETIVOS

O trabalho apresentado tem por objetivo desenvolver um cortador de grama automatizado para auxiliar na manutenção do gramado do IFPR campus Paranavaí.

III. MATERIAL E MÉTODOS

O cortador de grama automatizado foi desenvolvido durante o período letivo de 2020 por alunos do Curso Técnico Subsequente em Eletromecânica e Mecatrônica do IFPR campus Paranavaí.

A estrutura/chassi do equipamento foi proveniente de uma carcaça de um cortador de grama motorizado descartado como sucata. A Figura 1 ilustra o chassi do cortador de grama empregado para o desenvolvimento do protótipo.



Fig. 1. Chassi do cortador de grama automatizado.

Para o sistema de acionamento da lâmina responsável pelo corte, foi empregado um motor de combustão interna de 4 tempos, 6 HP e 196 cilindradas, da marca BRANCO. A Figura 2 ilustra o motor desacoplado da estrutura.



Fig. 2. Motor vertical de 6HP da marca Branco.

O motor apresenta partida elétrica e, segundo o fabricante, fornece um torque máximo de 11 Nm a 2500 rpm com um consumo estimado em 1,5 l/h de gasolina. O sistema de partida elétrica é uma característica fundamental para a escolha do componente, pois contribui com a segurança e conforto operacional (elimina a necessidade de acionamento/partida manual) e garante o carregamento contínuo da bateria de 12 volts instalada sobre o chassi.

O sistema de sustentação é composto por 3 rodas, sendo duas de tração e uma de orientação (direção). Para a tração, foram utilizados dois pneus da marca GUEPAR com medida 3,25x8”.

A Figura 3 ilustra a montagem do sistema de tração.

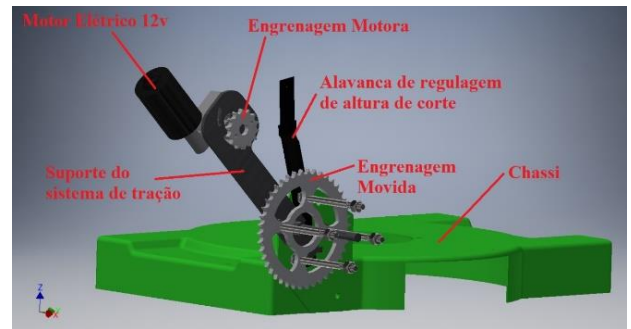


Fig. 3. Sistema de tração.

O acionamento das rodas de tração foi desenvolvido empregando moto-redutores de 12 V. Uma engrenagem de 14 dentes (pinhão) foi acoplada diretamente ao eixo do motor elétrico, enquanto que uma engrenagem de 42 dentes (coroa) foi acoplada a uma roda de tração. A transmissão de energia foi realizada por corrente. Todo o sistema de engrenagens e correntes são componentes de motocicleta. É importante ressaltar que o suporte do sistema de tração foi desenvolvido prevendo a necessidade de ajuste da tensão da corrente e regulagem de altura de corte do gramado.

O sistema de direção consiste em uma roda com mesmas dimensões das utilizadas no sistema de tração, acoplada a um garfo. Esses componentes são fixados ao chassi por meio de uma haste cilíndrica acoplada a dois mancais oscilantes, os quais possibilitam o giro livre do garfo em 360°. A montagem do sistema de direção é apresentada conforme Figura 4.

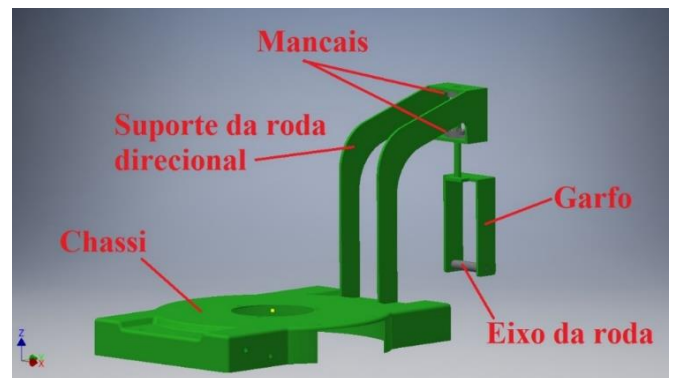


Fig. 4. Sistema de direção.

O equipamento foi idealizado e projetado empregando o software Inventor versão acadêmica. Portanto, os componentes mecânicos e estruturais foram reproduzidos seguindo as técnicas de Desenho Técnico.

Alguns componentes estruturais foram construídos empregando Impressora 3D. São eles: protetor de corrente, manípulo para ajuste de altura de corte, calota para fixação das engrenagens nas rodas de tração e caixa de relé. A Figura 5 ilustra os componentes.

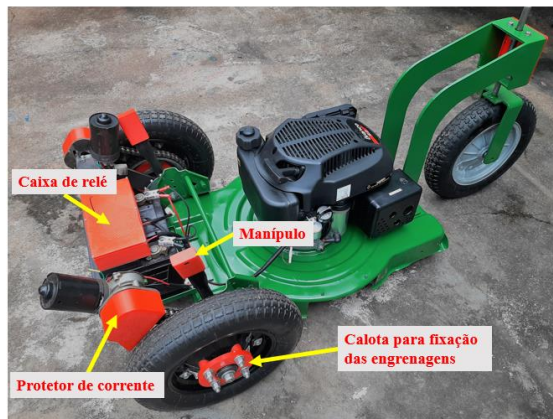


Fig. 5. Componentes fabricados em impressora 3D e a montagem completa.

A Figura 5 ilustra o equipamento montado com todos os componentes estruturais e elétricos. A Figura 6 ilustra a montagem do equipamento empregando o *software* Inventor.

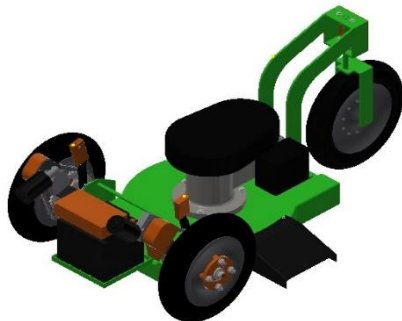


Fig. 6. Montagem do equipamento no software Inventor.

Após a montagem e a realização dos testes iniciais, toda a estrutura do cortador de grama foi desmontada e preparada para pintura. O procedimento de pintura impede a oxidação dos componentes metálicos além de contribuir com o aspecto elegante do equipamento.

Uma placa de relé com 16 canais foi empregada para controlar o acionamento independente das rodas de tração. Porém apenas 6 canais foram efetivamente utilizados. Para o sistema de comando, foi empregado um controle remoto com 4 canais que possibilita realizar manobras com o cortador de grama conforme orientações apresentadas na Figura 7.

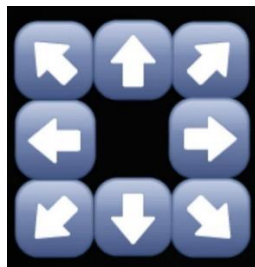


Fig. 7. Possibilidades de direção do equipamento.

A placa de relé é controlada por meio de sinais elétricos provenientes do controle remoto de 4 canais.

A Figura 8 ilustra o esquema elétrico empregado para acionar as rodas de tração.

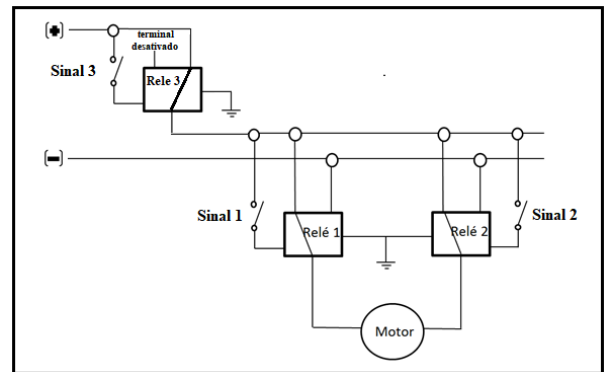


Fig. 8. Esquema elétrico de uma roda de tração elaborado para realizar o controle do cortador de grama.

Conforme apresentado anteriormente, foram empregados 6 canais da placa de relé para realizar o controle dos motores de tração. Para cada motor, foram utilizados 3 relés, sendo que dois deles (Relé 1 e 2-Fig. 8) são empregados para efetuar a inversão de rotação. O terceiro relé apenas liga/desliga o motor elétrico. Conforme Figura 8, os sinais 1, 2 e 3 são fornecidos pelo controle remoto de 4 canais. Dessa forma, ao acionar o controle remoto para frente, o relé 1 é acionado e possibilita o motor girar em uma direção. Ao acionar o relé 2, o motor gira em rotação contrária. A direção do equipamento é controlada pelo desligamento de um dos motores e alimentação do outro. Esse procedimento é garantido pelo acionamento do relé 3.

O motor responsável pelo acionamento da lâmina de corte é alimentado por gasolina. Esse componente apresenta partida elétrica, além de um sistema de recarga elétrica para alimentar a bateria automotiva de 12 volts e 45 Ah (responsável pelo fornecimento de energia elétrica para as rodas de tração). O sistema de tração do protótipo é acionado por motores de limpador de para-brisa automotivo, que combinam suas rotações, fazendo com que o carrinho mude seu trajeto por meio dos comandos elétricos provenientes do controle remoto, conforme apresentado anteriormente.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura que sustenta as rodas traseiras, foi elaborada no campus empregando técnicas de usinagem e soldagem. O suporte do eixo dianteiro apresenta um perfil que possibilita a roda direcional movimentar livremente sem interferência da carcaça do equipamento. Por apresentar um perfil com geometria complexa, o corte da chapa foi realizado por uma empresa terceirizada mediante a apresentação do desenho elaborado em AutoCad.

Em testes práticos, foi identificado que a roda direcional apresenta limitações de uso quando é preciso mudar a direção do percurso em condições de irregularidades no terreno. Além disso, em condições de utilização do equipamento em gramínea com altura superior a 30cm, o equipamento apresenta dificuldades de locomoção pois a grama alta em contato com a carcaça do carro dificulta o seu deslocamento. Dessa forma, o cortador de grama de controle remoto deve ser utilizado em condições de jardins com gramado com no máximo 30cm de altura. Por outro lado, o motor a gasolina, responsável pelo acionamento da lâmina de corte tem potência suficiente para o corte de gramíneas com altura superior a 30cm.

Quando se considera a capacidade operacional, em um teste prático foi possível preparar uma área de 470 m² em 130 minutos. O consumo observado no ensaio foi de 1,5 l/h, semelhante ao apresentado pelo fabricante.

É importante ressaltar que o equipamento em questão necessita de algumas alterações. A roda direcional, por exemplo, apresentou instabilidade durante o uso, fazendo com que o carrinho mude de direção sem que seja solicitado pelo operador. Além disso, foi observado que em manobras que envolvam inversão de sentido de movimento, o cortador de grama se comporta instável até que a roda direcional estabeleça a orientação adequada ao movimento.

Outro ponto importante a ser mencionado diz respeito ao controle remoto empregado para orientar a navegação do equipamento. Por se tratar de um controle proveniente de carrinho de brinquedo, o alcance fica restrito a aproximadamente 2 metros de distância do operador. Porém, um sistema de navegação baseado em GPS (*Global Position System*) está sendo desenvolvido para garantir o controle autônomo do equipamento. Dessa forma, o atual controle remoto será substituído em projetos futuros.

V. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível aprimorar os conhecimentos práticos principalmente quando se considera a área de projetos, pois processos que envolvem soldagem, usinagem e desenho técnico foram amplamente explorados de forma prática para a construção do cortador de grama automatizado. Além disso, conhecimentos técnicos na área de automação envolvendo sistemas elétricos foram empregados para realizar a instalação da placa de relés e elaboração do circuito responsável pelo acionamento dos motores elétricos das rodas de tração. Em relação ao funcionamento do cortador de gramas, alguns ajustes no sistema de orientação direcional do equipamento precisam ser realizados para garantir a estabilidade de navegação. Contudo, é possível garantir a sua funcionabilidade em gramados com até 30 cm de altura. Por fim, é possível afirmar que o projeto proposto contribuiu para a formação profissional dos alunos envolvidos na pesquisa e tem potencial para auxiliar na manutenção dos jardins presentes no IFPR.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a participação no VI Simpósio de Controle e Processos Industriais - SIMPROIN, na vertente de um evento científico favorecendo a divulgação do conhecimento desenvolvido nesse meio.

Assim como à PRADI (Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação) a qual financiou a compra de componentes e a inclusão de bolsistas no projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Corrêa, R. S. Reabilitação Ambiental: a Vegetação Além do Paisagismo. Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. 2015.
- [2] Viezzer, J.; Biondi, D.; Martini, A.; Grise, M. M. A vegetação no paisagismo das praças de Curitiba – PR. Paraná: Curitiba, 2018.
- [3] BARBOSA, A. C. S. Paisagismo, jardinagem e plantas ornamentais. São Paulo: Iglu, 1989. 231p.
- [4] Sanches, P. M. De áreas degradadas a espaços vegetados: potencialidades de áreas vazias, abandonadas e subutilizadas como parte da infra-estrutura verde urbana. 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [5] Gengo, R. C.; Henkes, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana. *Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 55 - 81, 2013.
- [6] Costa, N. V.; Martins, D.; Rodrigues, A. C. P.; Cardoso, L. A. Seletividade de herbicidas aplicados na grama Batatais e na grama São Carlos. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 365-374, 2010.
- [7] Kusiak, A. L. S.; Batista, D. L. O.; Domiciliano, I. A. S.; Kanashiro, G. M. Desenvolvimento de um circuito para controle PWM de motores DC - sistema embarcado destinado à um robô jardineiro. SIMPROIN - Simpósio de Controle e Processos Industriais IFPR. Paranavaí, 2019.