ANÁLISE DO CONJUNTO MOTOPROPULSOR DE UM DRONE DE PEQUENO PORTE

Igor Damiao de Oliveira Pereira[1]
Luis Fernando de Jesus Lobato[2]
Roberto Lima de Albuquerque[3]
Leonardo Matheus Lamboglia Barbosa[4]
Rafael Ferreira Santos[5]
Rebeka Mendonça Nascimento[6]
Afranio Nunes Dantas[7]

RESUMO

Esse trabalho nasceu da necessidade de desenvolver um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) que realize o monitoramento de áreas internas de difícil acesso, sem tornar necessário pôr em risco o profissional responsável. Entretanto para desenvolver um drone que seja eficiente é necessário primeiramente identificar os componentes ideais responsáveis por gerarem o empuxo. Tal pesquisa torna-se extremamente complexa caso realizada de forma matemática, como apresentado no trabalho produzido por Augusto Ost (2015). Entretanto, é possível identificar as peças corretas através de testes laboratoriais, usufruindo de plataformas simples e eficientes, como a aplicada por parte de Silva e Cordeiro (2011). Devido a isso foi necessário identificar, através de pesquisas bibliográficas, os parâmetros fundamentais para a escolha do conjunto propulsor. Após identificar os fatores, foi realizada uma comparação com modelos já desenvolvidos que se aproximam dos resultados esperados para o drone. No presente trabalhos foram envolvidas sete (7) pessoas, sendo cinco alunos de Engenharia da UNIFANOR, além de dois (2) professores do curso de Engenharia Mecânica. Através dos dados levantados foi possível evidenciar as vantagens de utilizar um motor com 1700 KV em comparação com o de 2100 KV. Mesmo apresentando um RPM/V maior, algo que é desejado para os drones pequenos, o custo e o peso final tornam inviável o uso do segundo motor para o desenvolvimento do empuxo de um veículo de 400 g. Isso se deve principalmente ao baixo peso desejado para o VANT, obrigando assim a utilizar um motor e ESC (ELECTRONIC SPEED CONTROL) mais leves. Além do peso, foi possível manter um custo relativamente baixo para o conjunto, chegando a um valor total de cerca R$ 782,94. O presente artigo evidenciou as vantagens adquiridas ao implementar um motor de 1700 KV em comparação ao de 2100 KV. Possibilitando manter o peso desejado e diminuindo o custo em cerca de 15%. Entretanto, com a finalidade de garantir a segurança do veículo, torna-se indispensável a implementação de um limitador de velocidade ao programar a placa de controle. Outra limitação é a necessidade de utilizar um frame com diagonal maior do que 200 mm, para permitir o funcionamento das hélices.

Palavras-chave: *motor, hélice, ESC.*

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com

INTRODUÇÃO

Atualmente, os VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) apresentam inúmeras vantagens ao serem comparados aos veículos tripulados. Tais benefícios devem principalmente a ausência de um piloto, evitando risco vidas humanas e permitindo diminuir as dimensões do equipamento, além de possibilitar a presença do mesmo em ambientes nos quais o acesso é restrito. Os VANT podem ser classificados em base as componentes principais: Estrutura, Motores, Hélices, Controladores de Velocidade, Controlador de voo e Baterias (Demolinari, 2016). Entre os citados, a correta seleção do conjunto ESC (controlador eletrônico de velocidade), motor e hélice, torna-se de extrema importância para o adequado funcionamento do equipamento, pois o voo de um quadricoptero é obtido a partir do diferencial de pressão gerado pelo movimento de rotação das hélices (Silva e Cordeiro, 2011). Ao aumentar a velocidade de rotação dos eixos, será produzida um vetor resultante de força para cima denominado de empuxo, que necessita ser calculado da forma correta, pois um empuxo desnecessário, diminuirá o tempo de voo do VANT (Hernández, 2018). Entretanto, ao selecionar os equipamentos, torna-se fundamental a realização de testes práticos que possam representar os valores reais desenvolvidos pelo conjunto (Silva e Cordeiro, 2011). Isso se deve principalmente a grande variedade de componentes atualmente no mercado e a complexidade dos parâmetros estudados, que podem variar dos valores teóricos apresentados. Um exemplo é o estudo realizado por Silva e Cordeiro (2011), os quais desenvolveram uma plataforma simples e eficaz para determinar, através do torque gerado pela hélice sobre uma alavanca, o empuxo produzido durante o voo. Assim, o grupo responsável pela realização do presente artigo, nasceu da necessidade de desenvolver um drone para o monitoramento interno da faculdade UNIFANOR. Dessa forma permitirá ao usuário realizar a vistoria de áreas elevadas que não podem ser acessadas sem o suporte de um veículo não tripulado de pequeno porte. O objetivo desse trabalho consiste no levantamento de equipamentos dos componentes, pertencentes ao conjunto motor, ESC, hélice para a realização de um drone de pequenas dimensões, pelos alunos da UNIFANOR.

MÉTODO

O presente trabalho busca identificar o conjunto ideal de equipamentos responsáveis pela propulsão do veículo não tripulado. Para que isso fosse possível foi necessário realizar um levantamento bibliográfico, referente aos parâmetros das peças envolvidas. Portanto foram utilizadas a informação conjunto propulsor e drone em sites de busca, assim identificando os critérios de seleção de cada componente e comparando as características encontradas com drones que apresentam atributos próximos aos desejados. Ao buscar o melhor conjunto a ser utilizado, torna-se essencial calcular o peso final do VANT para poder determinar a quantidade de empuxa que as hélices

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com

necessitam gerar. Devido a estrutura do drone não estar construída, foi estipulado um peso ideal de 400 gramas que deverá ser dividido entre os quatro motores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de possibilitar a realização de voo estável e resposta rápida aos comandas, torna-se necessário que cada equipamento produza, no mínimo, o dobro do valor calculado. Entre os motores de corrente contínua existem dois modelos principais: os com escovas e os sem escovas (Paula, 2012). Nesse projeto serão utilizados motores do tipo brushless (sem escovas), pois eles apresentam uma maior eficiência energética, menor ruído e dimensões, além de proporcionarem um baixo custo de manutenção comparado aos motores com escovas (Ost, 2015). Eles são classificados com base ao KV, que corresponde a quantidade de RPM (rotações por minuto) que o eixo desenvolve para cada volt aplicado. Esse valor corresponde a frequência de rotação sem a presença das hélices acopladas ao eixo. Ao selecionar as hélices deve-se considerar o passo (inclinação que provoca o deslocamento do ar) e o diâmetro da mesma para poder determinar a área de rotação da lâmina e consequentemente a resistência gerada com o ar. Quanto mais elevado for o passo, menor será o tempo de voo. O ESC tem como função permitir que, com base no sinal de rádio enviado, seja aplicada ao motor somente a voltagem ideal para o veículo desenvolver a velocidade desejada. Portanto os parâmetros principais a serem considerados durante a escolha do mesmo, são: o peso total apresentado e a possibilidade de suportar, durante curto período de tempo, a amperagem que o motor necessita para alcançar a rotação mais elevada.

A seleção do motor a ser utilizado foi realizada a partir dos modelos apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – motores analisados

Modelo	**KV** [RPM/V]	**Potência** [W]	**Massa** [g]	**Preço médio** [R$]
Quanum MT4108	700	560,6	108	162,30
Quanum MT3110	470	386	83	140,70
Sunnysky X2826	880	900	171	191,50
Sunnysky V3508	580	280	107	134,23
3Bhobby 3bt 2306	2100	935,5	30	86,16
3Bhobby 3bt 2306	1700	889	30	86,16

Fonte: autoria própria (2020)

Ao empregar como referência o drone SPARK da empresa DJI, o qual proporciona características próximas as desejadas, foi possível notar que devido ao veículo apresentar um peso relativamente baixo, torna-se necessário o uso de um kV elevado.

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com

Entretanto, ao selecionar o motor de 2100 KV é fundamental o uso de um ESC capaz de suportar até 50 amperes. Tal peça torna-se extremamente pesada e cara, pois é de difícil acesso no Brasil. Portanto, foi selecionado o motor modelo 3bt 2306 como o valor de 1700 RPM/V. A própria empresa 3BHOBBY disponibiliza no site as especificações técnicas dos propulsores, incluindo as listas referentes as hélices, representadas na tabela 2.

Tabela 2 – parâmetros ao aplicar diferentes modelos de hélices

Hélice	**Voltagem** [V]	**Empuxo máx.** [g]	**Corrente máx.** [A]	**Potência** [W]
6040	20	1651	36,12	723,8
5045	24	1672	34,08	818,3
5152	24	1543	37,02	889

Fonte: adaptado de 3BHOBBY (2018)

Ao selecionar os ESC torna-se fundamental utilizar um equipamento que seja capaz de suportar valores superiores a corrente demostrada. Isso se deve principalmente a fatores de segurança, impedindo assim o sobreaquecimento da peça e consequentemente o mal funcionamento do conjunto. Portanto, com o motor escolhido, é necessário optar por um modelo capaz de suportar até 40 amperes. Entre as diferentes categorias de controladores eletrônicos de velocidade, a que apresentam maiores vantagens ao ser aplicada é a 4 em 1. Tal categoria permite controlar a velocidade de cada motor separadamente através de uma única placa. Assim reduzindo a quantidade de componentes necessários e permitindo diminuir de forma drástica o peso do veículo. Segue a tabela 3 referente a diferença de preços e peso dos conjuntos aqui citados.

Tabela 3- preço dos conjuntos

Motor	**Hélice**	**ESC**	**Preço [R$]**	**Peso [g]**
3bhobby 3bt 2306 2100kv	5152	4x ESC de 50A	905,64	292
3bhobby 3bt 2306 2100kv	5152	1x ESC 4 em 1 50A	837,94	135
3bhobby 3bt 2306 1700kv	5152	4x ESC de 40A	665,64	232
3bhobby 3bt 2306 1700kv	5152	1x ESC 4 em 1 40A	782,94	136,5

Fonte: autoria própria (2020)

Ao comparar os conjuntos, tornam-se evidentes as vantagens apresentadas ao utilizar um modelo que proporcione 1700 KV, controlados através de um ESC 4 em 1 de 40 amperes. Entretanto para poder aplicar as peças estudadas torna-se necessário utilizar um frame que possui uma diagonal maior que 200 mm, assim possibilitando a livre movimentação das hélices. Outra desvantagem do conjunto é a velocidade elevada que o drone pode alcançar, devido à alta taxa de rotação dos eixos. Contudo, pode-se utilizar um limitador de velocidade na programação do veículo, com a finalidade de evitar acidentes em áreas estreitas. Pois somente ao utilizar motores com KV elevado torna-se possível manter o peso abaixo do desejado. Posteriormente serão realizados testes

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com

laboratoriais com as componentes aqui citadas. Pois é fundamental identificar o tempo máximo de voo e o comportamento do conjunto durante o uso.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse artigo pode-se notar as vantagens de utilizar um motor com alta taxa de RPM/V e um ESC 4 em 1 no VANT a ser construído. Permitindo assim uma ágil movimentação do drone mantendo o peso abaixo do desejado. Outra vantagem alcançada foi a diminuição do preço do conjunto em cerca de 15% em comparação ao apresentado inicialmente, possibilitando assim o processo de aquisição e desenvolvimento do projeto dentro da UNIFANOR.

REFERÊNCIAS

CORDEIRO, C. S.; SILVA, L. P. **Quadricóptero, Aspectos Gerais e Análises da Propulsão Elétrica.** 2011. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/39614431.pdf>. Acesso em: 8 maio 2020.

DEMOLINARI, H. C. **Projeto de construção drone hexacóptero. 2016,** p. 62, trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

HERNANDES, G. A. **Análise do conjunto motopropulsor elétrico e sua influência no desempenho de VANT's.** 2018, p. 55, trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia aeronáutica, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

OST, A. **Modelagem matemática do conjunto esc-motor-hélice de um vant utilizando identificação de sistema**. 2015, p. 123, trabalho de conclusão de curso Dissertação mestrado em matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.

PAULA, J. C. **Desenvolvimento de um VANT do tipo quadrirotor para obtenção de imagens aérea em alta definição.** 2012, p. 110, trabalho de conclusão de curso Dissertação mestrado em Engenharia Elétrica, Curitiba, Universidade federal do Paraná, 2012.

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduando em E. Elétrica, leonardolamboglia@hotmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com
[6]Ensino superior, graduanda em E. Mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[7]Ensino superior, graduando em E. Mecânica, afraniodantas0224@gmail.com