



DESAFIOS E SOLUÇÕES NA CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ DE BATALHA: PROJETO CHAPPIE

Antônio Alexandre¹
Elon Gogola²
Jean Castanha dos Santos³
Rafael Costa Dos Santos⁴
Ricardo Tosta⁵
Thiago Costa Dos Santos⁶
Erickson Alex de Lima⁷
Harrisson Andretta de Moraes⁸

Resumo: A robótica aplicada a competições de combate tem se consolidado como uma ferramenta pedagógica e de inovação tecnológica. Nesse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento de um robô de batalha. O desafio consiste em aplicar, de forma teórica e prática, os conhecimentos adquiridos em pesquisas para a construção de um protótipo funcional. O objetivo é construir um robô capaz de se locomover, altamente resistente e executar movimentos ofensivos e defensivos em uma arena de batalha, onde deverá enfrentar seus adversários. A metodologia envolve pesquisa técnica, escolha de materiais, modelagem de peças, montagem mecânica, instalação dos sistemas eletrônicos e testes de funcionamento e performance. Neste artigo mostrará as dificuldades enfrentadas, os desafios na execução das fases do projeto, como falhas de componentes, limitações de orçamento e dificuldades de integração e os conhecimentos adquiridos.

Palavras-chave: Robô de batalha; Robótica; Engenharias.

Abstract: Robotics applied to combat competitions has established itself as a pedagogical and technological innovation tool. In this context, this article presents the development of a battle robot. The challenge is to apply, theoretically and practically, the knowledge acquired in research to the construction of a functional prototype. The objective is to build a robot capable of movement, highly resilient, and capable of executing offensive and defensive movements in a battle arena, where it will face its opponents. The methodology involves technical research, material selection, part modeling, mechanical assembly, installation of electronic systems, and functional and performance testing. This article will demonstrate the difficulties encountered, the challenges in executing the project phases, such as component failures, budget constraints, and integration difficulties, as well as the knowledge acquired.

Keywords: Battle robot; Robotic; Engineering.

¹Acadêmico do curso Engenharia Mecânica na UNIFATEB, ale1977oliveira@gmail.com

²Acadêmico do curso Engenharia Mecânica na UNIFATEB, egg184@hotmail.com

³Acadêmico do curso Engenharia de Produção na UNIFATEB, jcastanha62@gmail.com

⁴Acadêmico do curso Engenharia Mecânica na UNIFATEB, vpereirasantosdasilva@gmail.com

⁵Acadêmico do curso Engenharia Mecânica na UNIFATEB, ricardomtosta@hotmail.com

⁶Acadêmico do curso Engenharia Mecânica na UNIFATEB, thiagocostasantos.hlp@gmail.com

⁷Professor dos cursos Engenharias na UNIFATEB, erickson.lima@unifateb.edu.br

⁸Professor dos cursos Engenharias na UNIFATEB, harrisson.moraes@unifateb.edu.br



1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por profissionais capacitados para enfrentar os desafios tecnológicos da atualidade têm impulsionado o uso de metodologias ativas no ensino das engenharias. Nesse contexto, os projetos integradores têm se consolidado como ferramentas fundamentais para promover a aplicação prática do conhecimento adquirido em sala de aula, estimulando a interdisciplinaridade, a inovação e o trabalho em equipe (MORAN, 2015).

O projeto foi conduzido segundo as etapas clássicas de gerenciamento, com foco no desenvolvimento de um robô robusto e competitivo. Este artigo apresenta as soluções adotadas, os avanços obtidos e as dificuldades enfrentadas ao longo da construção do robô, destacando as estratégias utilizadas em cada fase do processo.

Segundo Pinto e Silva (2019), a gestão de projetos robóticos exige uma abordagem sistemática e coordenada, que envolva desde a definição clara dos objetivos até o controle rigoroso de todas as fases do desenvolvimento. Estudos recentes indicam que o uso de robótica na educação tem efeito significativo na aprendizagem dos estudantes (WANG, 2023).

A fase de iniciação foi marcada pela definição de referência e design do robô, adotando o robô de batalha Minotauro de modelo referencial. O Minotauro é o nome do robô que foi projetado e construído pela equipe RioBotz, que é uma equipe brasileira composta por engenheiros e entusiastas da robótica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio, este robô é conhecido por suas participações em várias competições nacionais e internacionais (RIOBOTZ, 2024).

A partir disso, foi elaborado o planejamento, que incluiu o desenvolvimento de protótipos, o estudo de materiais e componentes, e a definição das estratégias de combate. Seguindo os traços e algumas características do robô de referência.

A parte de execução do projeto foi focada na construção e implementação dos sistemas mecânico, eletrônico e de controle do robô, cada um desses componentes foi desenvolvido com base em pesquisas recentes e melhores práticas do campo da robótica, buscando maximizar o desempenho do robô na competição.



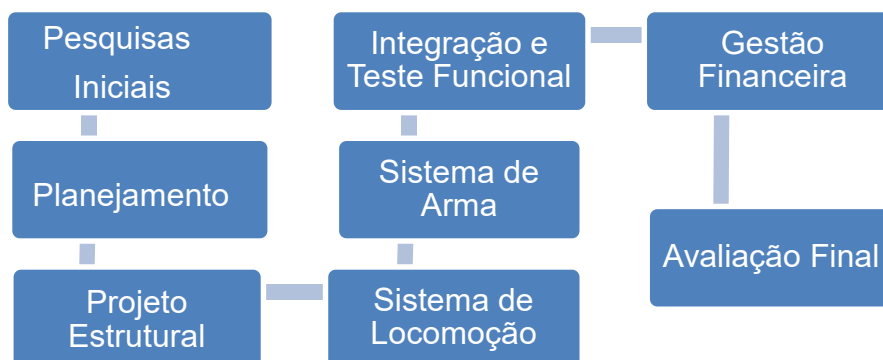
A fase de execução demanda integração constante entre as diferentes áreas do projeto, garantindo que cada parte do robô funcione de forma harmônica, (COSTA e ALMEIDA, 2020).

O monitoramento e controle consistiram na avaliação contínua dos progressos e nos ajustes necessários identificados nos testes, garantindo melhor desempenho do robô em situações adversas. Já a etapa de encerramento foi destinada à análise final dos resultados e à documentação completa do projeto para futuras melhorias.

2. DESENVOLVIMENTO

O robô do nosso projeto nomeado de *Chappie*, foi desenvolvido a partir de pesquisas exploratórias em artigos, bibliografias técnicas e vídeos especializados sobre robôs de combate. Embora não tenha sido realizada uma revisão sistemática, utilizou-se principalmente literatura técnica de acesso aberto e materiais de equipes já consolidadas na área. Entre as principais fontes consultadas destaca-se o livro-tutorial disponibilizado pelo site Riobotz, que serviu como guia prático para as etapas de projeto e montagem. Somando-se a essas referências, as técnicas e habilidades individuais da equipe possibilitaram a execução das etapas de desenvolvimento, testes funcionais e a escolha adequada dos materiais, dimensionados com base em robôs de categorias semelhantes (MEGGIOLARO, 2006). Na Figura 1 temos o fluxograma do projeto.

Figura 1 – Fluxograma do projeto do robô de combate de nome *Chappie*.



Fonte: Os autores (2025).

Na Figura 1 temos as fases consolidadas neste projeto, e os desafios e soluções



encontradas para cada etapa, ao qual se encontra detalhada neste artigo.

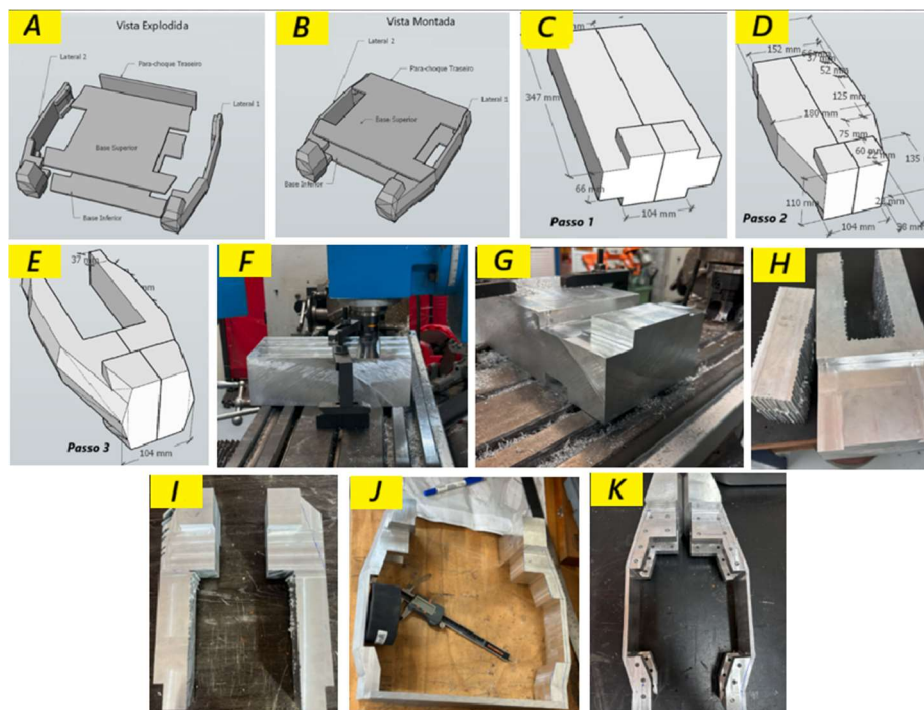
2.1. PARTE ESTRUTURAL

Foi definido o uso da liga de alumínio 7075 T6 na estrutura do robô, devido à sua elevada resistência mecânica, leveza, usinabilidade e resistência à fadiga. Essa liga, composta por aproximadamente 88% de alumínio, 6% de zinco, 2,5% de magnésio e 2% de cobre, é amplamente utilizada na indústria aeronáutica e pode superar o aço em determinadas aplicações (COOPERMETAL, 2025).

A estrutura foi dividida em cinco peças: duas laterais, duas bases e um para-choque traseiro. A Figura 1 apresenta o desenho 3D idealizado, destacando a vista explodida das peças (A) e a montagem da carcaça (B). As imagens de C a E ilustram o passo a passo da usinagem no modelo 3D, enquanto de F a K mostram o processo real, desde o início da usinagem até a finalização das laterais.

Figura 2 - Desenho 3D e usinagem da estrutura do robô Chappie.

(A) Vista explodida; (B) Vista montada; (C–E) Etapas de usinagem no 3D; (F–K) Processo real de usinagem.





A usinagem foi realizada em uma fresadora manual Clark, modelo FH 4. Somente nas laterais do robô, o processo demandou mais de 60 horas, conforme mostrado nas imagens F a J, resultando no acabamento final apresentado em K.

O alumínio destaca-se pela excelente usinabilidade, considerando fatores como vida da ferramenta, potência, força e temperatura de corte. Nos processos de usinagem, busca-se garantir qualidade dimensional e superficial, o que exige materiais sem defeitos, ferramentas com geometria adequada e máquinas potentes, rígidas e precisas (MACHADO, 2009).

Para a fabricação da estrutura, foram utilizados os materiais listados na Tabela 1.

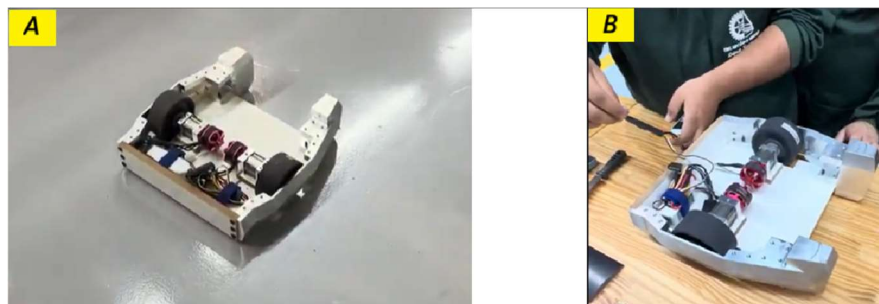
Tabela 1 – Materiais para usinagem da parte estrutural

Material	Descrição	Tamanho	Peso
01 Bloco AL 7075	Laterais	110x185x345mm	20,6 kg
02 Chapa AL 7075	Bases	6,35x300x350mm	3,8 kg
01 Chapa AL 7075	Para-choque	10x70x320mm	0,6 kg
TOTAL			25 kg

Fonte: Os autores (2025).

Para garantir precisão, foram confeccionados moldes em MDF: 6 mm para as bases e 15 mm para o para-choque traseiro. Usando de molde para cortes na chapa de alumínio das bases inferior e superior, finalizando a estrutura do robô. A base inferior recebeu os componentes internos, como o conjunto motores e redutores, suportes e baterias. Nessa etapa, também ocorreram os primeiros testes funcionais do robô conforme Figura 3 A e B.

Figura 3 – Teste com funcional com base e para-choque em MDF

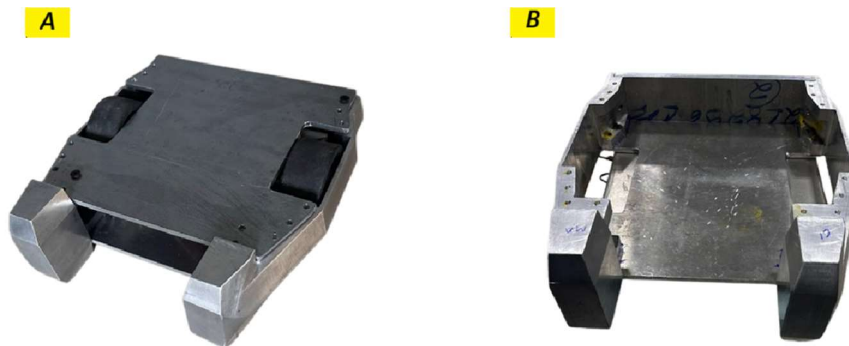


Fonte: Os autores (2025).



Após foram montados os sistemas de locomoção, para estar verificando o distanciamento entre motores e redutores, como mostra-se nas imagens A e B. Assim como realização dos decalques de furações na base inferior. Só então após ter os moldes em MDF foram realizados os cortes na chapa definitiva em alumínio 7075, e realizado a montagem de todas peças utilizando parafusos tipo allen M6 x 20mm de cabeça cônica. Figura 4 A e B.

Figura 4 – Parte estrutural concluída



Fonte: Os autores (2025).

Nas Figuras 4 A e B, mostra o resultado final de construção da parte estrutural do robô, mantendo exatamente o modelo em 3d projetado inicialmente. Ainda ressaltando na Figura 4 A mostrando a estrutura com todas as peças montadas.

2.2 SISTEMA DE LOCOMOÇÃO

O sistema de locomoção é formado por 2 rodas, 2 caixas de redução, 2 motores, 2 sistemas eletroeletrônico de controle do tipo ESC e 2 baterias. As Rodas são especialmente desenvolvidas para as categorias de Combate de Robôs, sendo altamente resistente e aderente, de marca RoboCore e modelo Combat, com medidas de 100mm Ø x 45mm comprimento x 15mm largura, são maciças e foram desenvolvidas para receber impactos e cortes diretos, resistir a rasgos e não se despedaçar durante o combate, mantendo a integridade do sistema de locomoção. Por serem macias, amortecem choques e auxiliam a salvar o conjunto de caixa de redução e motor de quebras. Isso as tornam perfeitas para projetos com rodas expostas que podem sofrer golpes, quedas e danos diretos. (ROBOCORE, 2025).



A caixa de redução utilizada foi o modelo de redutor planetário Orbit500-V2 da RoboCore, inicialmente utilizamos o redutor 64:1, portanto, redução a velocidade do motor em 64 vezes e aumenta o torque em 64 vezes. Já nos testes iniciais percebemos que a velocidade não era adequada ao nosso projeto onde ficou com 200 RPM. Foi decidido então em diminuir uma sessão do redutor e passando a taxa de redução para 16:1. Atingindo então uma ótima velocidade de 794 RPM, verificando a velocidade com auxílio de um tacômetro digital. Figura 5 A e B.

Figura 5 – Teste velocidade final do redutor com tacômetro digital



Fonte: Os autores (2025).

Na Figura 5 A foi colocado o tacômetro digital diretamente no eixo do conjunto de redução, realizando a leitura exata do sistema de locomoção. Nos redutores foi encontrado um problema com a compatibilidade de furação de fixação com o motor. Nosso desafio foi criar uma nova base para os redutores com tamanho maior e com a furação correta para fixar o motor. Foi então usinado uma nova base para solucionar esta adaptação. Conforme Figura 6 A, a base original onde a furação e espaçamento para o motor não era compatível. E na imagem C com a base usinada para solução da montagem. Figura 6 A, B e C.



Figura 6 – Adaptação com uma nova base no redutor.

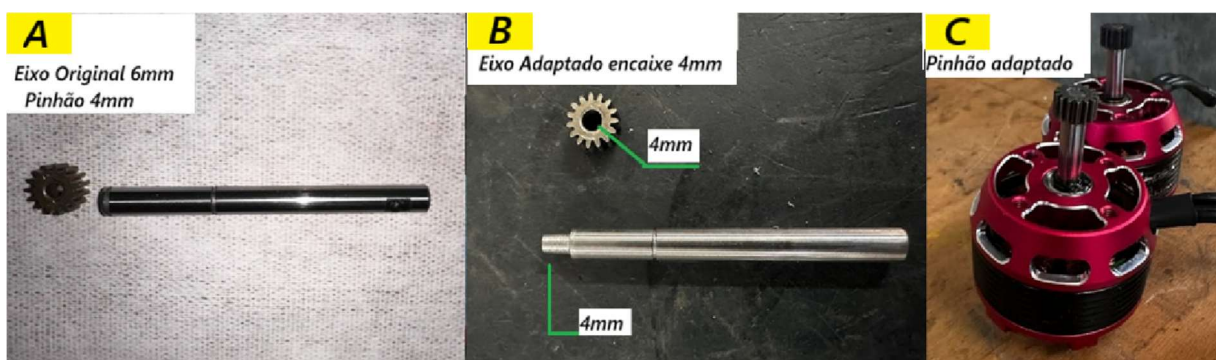


Fonte: Os autores (2025).

Após montagem das novas bases do redutor, foi possível o encaixe perfeito do motor ao redutor conforma a Figura 6 C.

Outra dificuldade na montagem do sistema dos redutores foi o encaixe do eixo do motor no pinhão de acionamento das engrenagens do redutor planetário. O eixo do motor sendo de 6mm de diâmetro e o pinhão engrenagem com furo de encaixe de 4mm. A solução encontrada foi de usinar o eixo do motor reduzindo para encaixe da engrenagem pinhão. Então foi necessário a desmontagem total do eixo para ser possível a usinagem. Figura 7 A, B e C

Figura 7 – Eixo do motor com usinagem para encaixe da engrenagem pinhão.



Fonte: Os autores (2025).

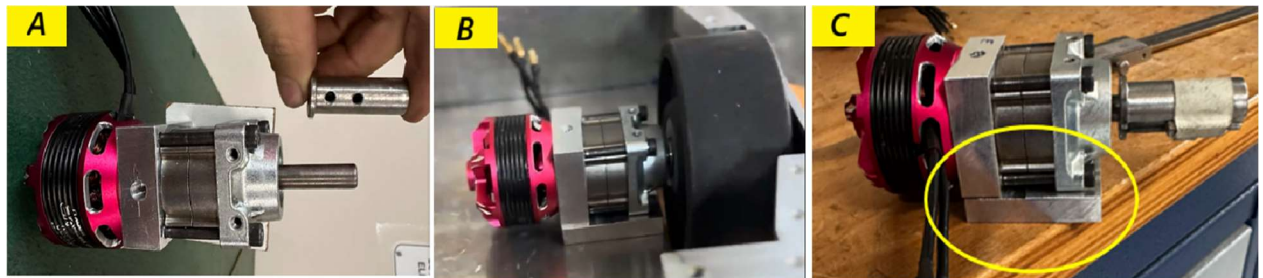
Na Figura 7 A, temos o eixo retirado do motor na medida original de 6mm. Na imagem B, temos o eixo com a extremidade usinada para a medida de 4mm para encaixe do pinhão. E por fim o conjunto completamente montado com pinhão na Figura 7 C.



Na sequência foi deparado com outro desafio, encaixar o eixo do redutor de 8mm de diâmetro no cubo da roda de 15mm de diâmetro. A solução foi a usinagem de uma bucha redutora de 15mm para 8mm com sistema de travamento por parafusos allen moscas M5 conforme a Figura 8 A.

A montagem dos redutores na base inferior da estrutura necessitou ser adicionado um calço, para erguer o conjunto e centralizar o eixo ao centro da carcaça lateral conforme Figura 8 B e C, dividindo assim por igual a parte visível das rodas.

Figura 8 – Bucha redutora de 15mm para 8mm.



Fonte: Os autores (2025).

Nestas adaptações encontrou-se a melhor solução para o funcionamento do motor brushless com o redutor planetário e acoplamento com o cubo da roda verificado na imagem Figura 8, A e B, e também a centralização em relação à altura do conjunto com a carcaça, evidenciado na imagem Figura 8, C.

2.2.1 SISTEMA ELETROELETRÔNICO DA LOCOMOÇÃO.

O sistema eletroeletrônico de controle da locomoção é formado por 2 conjuntos individuais compostos cada um por; motor, bateria LiPo, controlador do motor ESC ligados aos canais Ch1 e Ch2 do receptor do rádio controle.

O tipo de motor escolhido para a locomoção foi o Brushlles da marca Surpass Hobby modelo C5045 V2 de 890 kV com faixa tensão de trabalho de 10V à 18V. Calculado a rotação em relação a tensão:

$$\text{RPM} = \text{kV} \times \text{V}$$

A variação da rotação do motor é dada pela carga da bateria conforme Tabela 2.



Tabela 2 – Variação da rotação do motor com a carga da bateria

Carga Bateria	KV/Motor	Potencia	Tensão Bateria	RPM
Máxima	890	860 W	16,8 V	14.952
Nominal	890	860 W	14,8 V	13.172
Mínima	890	860 W	13,6 V	12.104

Fonte: Os autores (2025).

Para controle dos motores inicialmente foram utilizados os controladores eletrônicos ESC de 60 amperes, marca Surpass V2, de mesma marca do motor.

Após montagem do sistema e teste funcional foi constatado que o controlador não possuía a opção reverso, portanto, não teria a ré no robô. Foram efetuadas novas pesquisas e adquirido novo controlador do tipo originalmente usado para automodelo. Sendo uma ESC bidirecional.

Quando este novo controlador ESC chegou iniciou-se os testes, porem já nas configurações iniciais foi constatado que este novo modelo não era compatível com os motores do projeto. Os motores utilizados são do tipo de aeromodelo e este controlador do tipo para automodelo, não sendo compatível a comunicação entre eles.

Verificando mais modelos de controladores bidirecionais, foi encontrado um modelo compatível sendo seu uso normal para autos náuticos. O controlador ESC escolhido e adquirido foi o modelo bidirecional 60A conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Características do controlador ESC Bidirecional.

Modelo	Corr. Nominal/Max	Bateria	Bec Saída	Peso
60A	60A/80A	2-6 S LiPo	5-6V 6A	55g

Fonte: Os autores (2025).

Para alimentação de energia para os 2 motores foi optado por 2 baterias do tipo LiPo com capacidade de 3300mAh e tensão nominal de 14,8 Volts 4S (4 células de 3,7 V) e com 60C (C rating) de taxa de descarga.

Em robôs de combate, o peso e o tamanho das baterias são fatores críticos. As LiPo's, com sua alta densidade energética e leveza, permitem que o robô tenha um



bom tempo de operação e seja mais ágil na arena. A capacidade de fornecer altas taxas de descarga (C rating) é fundamental para que as armas e outros sistemas do robô funcionem corretamente. A taxa de descarga é crucial para determinar se uma bateria é adequada para uma determinada aplicação, especialmente em aplicações que exigem uma liberação rápida de energia. Ela é o quanto de carga a bateria consegue fornecer para o consumo. (SANTOS, 2019).

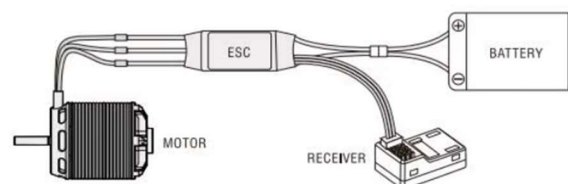
Para o sistema de locomoção foi escolhida a bateria LiPo 14,8 V (4S) com 3300 mAh (3,3 A) e taxa de descarga de 60C. O ESC opera entre 2 a 6S, com corrente nominal de 60 A. Sendo 2 baterias idênticas no sistema. A taxa de descarga C necessária é dada pela corrente da ESC (I) dividida pela capacidade da bateria (Cap):

$$C = \frac{I_{ESC}}{Cap_{bateria}} = \frac{60}{3,3} \approx 18C$$

Considerando margem de 30% de segurança somando ao resultado. o ESC requer uma bateria com pelo menos 18C, e a escolhida de 60C, atende com ampla margem, garantindo fornecimento seguro de energia ao sistema de locomoção.

A Figura 12 apresenta o diagrama de ligação do motor à controladora ESC, bem como a conexão com as baterias e o receptor, responsável por receber os comandos do rádio transmissor. O sistema conta com dois conjuntos independentes: um destinado à roda direita e outro à roda esquerda.

Figura 9 – Diagrama de ligação do motor e do controle ESC.



Fonte: <https://www.surpass-hobby.com/> (2025).

Conforme a Figura 9, detalha-se todo o sistema eletroeletrônico do sistema de locomoção, assim como a ligação da fiação. Sendo dois conjuntos idênticos no sistema de locomoção do robô.



2.2.2 CONFIGURAÇÃO LOCOMOÇÃO

A configuração dos canais do rádio controle para a operação do sistema de locomoção, ficou da seguinte forma do Quadro 1.

Quadro 1 – Configuração da locomoção no receptor rádio e comando nos motores.

Comando	Canal	Aciona	Sentido	Movimento
Manopla Rádio	Receptor	Motor	Rotação	Robô
Para Cima	CH1	Loc.1 Direita	Frente	Frente
-	CH2	Loc. 2 Esquerda	Frente	Frente
Para Baixo	CH1	Loc.1 Direita	Reversa	Ré
-	CH2	Loc. 2 Esquerda	Reversa	Ré
Para Direita	CH1	Loc.1 Direita	Reversa	Direita
-	CH2	Loc. 2 Esquerda	Frente	Direita
Para Esquerda	CH1	Loc.1 Direita	Frente	Esquerda
-	CH2	Loc. 2 Esquerda	Reversa	Esquerda

Fonte: Os autores (2025).

Conforme a Quadro 1, temos os acionamentos conjuntos e mesmo sentido de giro nos motores 1 e 2, quando acionamos a manopla para frente e para trás (reverso). E quando acionamos para a direita ou esquerda, os motores 1 e 2 giram em sentidos opostos.

Concluindo o sistema de locomoção, foram realizados os cálculos de força e torque, obtendo-se resultados satisfatórios. O robô demonstrou capacidade de empurrar cargas de até 162 kg em condições com atrito, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos cálculos de força e torque do robô.

Velocidade Angular	Torque Total	Força Total	Arraste de Massa
76,864 rad/s (~13,8 km/h)	19,776 Nm	133,416 N	Até 162 kg

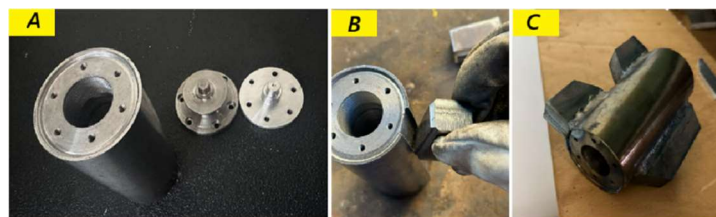
Fonte: Os autores (2025).



2.3 SISTEMA DE ATAQUE – ARMA

O sistema de arma do robô Chappie consiste em um cilindro rotativo de 60 mm de diâmetro, com furo interno de 28 mm. Nele foram soldados três dentes em aço Hardox 400, dois menores e um maior, posicionados a 180°, medindo 17,5 mm de altura e 20 mm de largura. A parte rotativa atinge 95 mm de diâmetro total, com peso de 2,8 kg. Nas extremidades do cilindro foram acoplados flanges com eixo usinado para fixação dos rolamentos autocompensadores STB1200 (30 × 10 × 9 mm), capazes de suportar até 12.000 rpm. Em um dos flanges foi usinada a polia para a correia de acionamento (Figura 10 A, B e C).

Figura 10 – Sistema de arma com cilindro rotativo com dentes sobressalentes.



Fonte: Os autores (2025).

O acionamento do cilindro rotativo é feito com sistema de polias e correia, movimentado por um motor de 435kV. O motor gira a uma velocidade nominal de 9.657 RPM em 22,2 Volts e podendo chegar a 10.962 RPM com 25,2 Volts, tensão máxima da bateria LiPo totalmente carregada.

O cilindro rotativo ficou com peso total de 2,7 kg, com os flanges já parafusados. O sistema da arma ficou instalado no robô conforme Figura 11.

Figura 11 – Sistema de arma com cilindro rotativo e sistema de acionamento.



Fonte: Os autores (2025).



Conforme a Figura 11, é possível verificar todo o sistema de arma do robô, incluindo a bateria, ESC, motor, suportes, mancal, polias, correia e cilindro rotativo.

2.3.1 SISTEMA ELETROELETRÔNICO DA ARMA

O sistema eletroeletrônico de controle de acionamento do sistema de arma do robô é formado por; 01 motor, 01 bateria LiPo, 01 controlador do motor ESC ligada ao canal Ch3 do receptor do rádio controle.

O tipo de motor escolhido para a arma foi o Brushlles da marca Surpass Hobby modelo C5065 V2 de 435kV com faixa tensão de trabalho de 15V à 24V.

Calculado a rotação em relação a potência:

$$\text{RPM} = \text{kV} \times \text{V}$$

RPM = rotação máxima teórica do motor sem carga, Kv = constante do motor, V = tensão aplicada ao motor (em Volts). A variação da rotação do motor é dada pela carga da bateria conforme Tabela 2. Algumas características de rotação desse motor na Tabela 5. Dados do motor na Tabela 6. E dados do controlador ESC na Tabela 7.

Tabela 5 – Variação da rotação do motor com a carga da bateria

Carga	KV	Potencia	Tensão	RPM
Máxima	435	1750 W	25,2 V	10.962
Nominal	435	1750 W	22,2 V	9.657
Mínima	435	1750 W	20,4 V	8.874

Fonte: Os autores (2025).

Tabela 6 - Características do motor da arma.

Modelo	KV	Potencia	Tensão	Corrente	Polos	Tamanho	Peso
C5065 V2	435	1750W	15~24V	73 A	14	Ø50x63,5mm	375g

Fonte: Os autores (2025).



Tabela 7 – Características do controlador ESC.

Modelo	Corr. Nominal/Max	Bateria	Bec Saída	Peso
RH120A	120A/140A	2-6 S LiPo	2-7V 5A	110g

Fonte: Os autores (2025).

Para o motor da arma foi escolhida uma bateria LiPo 6S (22,2 V) com 5200 mAh (5,2 A) e taxa de descarga de 60C. O ESC utilizado trabalha entre 2 a 7S, com corrente nominal de 120 A.

A taxa de descarga C necessária é dada pela corrente da ESC (I) dividida pela capacidade da bateria (Cap):

$$C = \frac{I_{ESC}}{Cap_{bateria}}$$
$$C = \frac{120}{5,2} = 23,07$$

Considerando margem de 30% de segurança somando ao resultado. o ESC requer uma bateria com pelo menos 30C, e a escolhida de 60C, atende com ampla margem, garantindo fornecimento seguro de energia ao sistema da arma.

2.3.2 TESTES DA ARMA

Realizado teste de rotação máxima do sistema da arma, com auxílio de um tacômetro digital, foi possível fazer a leitura real da rotação do cilindro da arma. Onde chegou-se a 10.432 RPM. Figura 12 A e B.

Figura 12 – Medição da rotação máxima do cilindro da arma.



Fonte: Os autores (2025).



Realizado teste real de impacto contra objeto metálico para verificar a eficácia de força de impacto da arma. Onde se teve um resultado muito satisfatório, danificando com êxito objeto metálico, e lançando para alto com a força de rotação da arma. Na Figura 13 A, onde é exato momento em que a arma do robô toca a estrutura metálica de teste. E na Figura 13 B, observa-se o dano causado pelo contato dos dentes sobressalentes do cilindro da arma.

Figura 13 – Resultado do teste de impacto da arma contra objeto metálico.



Fonte: Os autores (2025).

Conclui-se que o dano causado pela arma, tem excelente potencial para o projeto, chegando ao resultado de força e potência de dano muito satisfatório. Simulando o dano que causará aos robôs adversários durante a batalha.

2.4 TESTE DE DURAÇÃO DE CARGA DAS BATERIAS

Os testes realizados foram realizados na área externa da faculdade, com simulações de movimentos reais de batalha. Com movimentos em várias direções, com carga para empurrar usando a força de tração do robô. Também com o sistema de arma ligado e oscilando sua velocidade entre 50% e 100%. Os testes realizados com duração de 3 minutos, sendo o tempo de cada batalha entre os robôs. Realizado os testes nas baterias de locomoção 1 (4 células), locomoção 2 (4 células) e bateria da arma (6 células). Assim foram coletados os dados do teste conforme Tabela 9.



Tabela 8 – Resultado dos testes das baterias.

BATERIAS	TENSÃO INICIAL	TENSÃO 3 Min	TENSÃO 6 Min	TENSÃO 10,42 Min
LOCOMOÇÃO 1	16,7 V	16,5 V	16,2 V	15,6 V
LOCOMOÇÃO 2	16,7 V	16,4 V	16,1 V	15,7 V
ARMA	25,1 V	24,5 V	24,3	-

Fonte: Os autores (2025).

Os testes realizados forneceram a estimativa de que o robô Chappie, tem autonomia para até 3 batalhas de 3 minutos, com uma margem segura das tensões das baterias.

Os resultados também indicaram que, mesmo em condições de esforço máximo, o sistema de alimentação manteve estabilidade elétrica, garantindo o funcionamento contínuo dos motores e da eletrônica de controle. Observou-se que a temperatura das baterias permaneceu dentro dos limites aceitáveis, evitando riscos de superaquecimento. A análise aponta ainda que a durabilidade das células LiPo pode ser prolongada com ciclos de carga e descarga controlados. Dessa forma, o robô apresenta confiabilidade para competições sem comprometer a integridade de seus componentes.

2.5 GESTÃO FINANCEIRA DO PROJETO

A gestão financeira constituiu-se em uma etapa essencial para a execução do projeto, garantindo equilíbrio entre as arrecadações e os gastos. As necessidades iniciais de arrecadação foram criar uma mensalidade entre os membros da equipe, e após conseguir patrocínios de empresas e até mesmo meios alternativos como rifas.

As Tabelas 9 e 10 a seguir apresentam a consolidação das arrecadações e despesas que envolveram este projeto.



Tabela 9 – Arrecadações do projeto.

FONTE ARRECADAÇÃO	VALOR MENSAL	VALOR TOTAL
Membros Equipe	14x de R\$ 782,84	R\$ 5.479,89
Patrocínio Moura Forest	13x de 150,00	R\$ 1.950,00
Patrocínio Rodrigo Car	1x 750,00	R\$ 750,00
Patrocínio Gibson Adg	4x 100,00	R\$ 400,00
Rifa Online	-	R\$ 1.095,80
Venda Equipamentos	-	R\$ 864,62
Juros conta digital	-	R\$ 125,00
	TOTAL	10.665,31

Fonte: Os autores (2025).

Tabela 10 – Despesas do projeto.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL
Locomoção	Rodas, Redutores, Motores, Baterias e ESC	R\$ 3.536,80
Estrutural	Bloco AL, Parafusos, Ferramentas	R\$ 2.162,20
Arma	Motor, ESC, Bateria, Correia e acoplamento	R\$ 2.062,20
Organização	Protótipo, Banners, Camisetas, Adesivos	R\$ 763,43
Operação	Rádio controle e Carregador Bateria	R\$ 632,80
Sobressalentes	Motor, Correia, ESC's e Rolamento	R\$ 543,27
	TOTAL	R\$ 9.700,70

Fonte: Os autores (2025).

Conforme os dados apresentados na Tabela 9, o total de arrecadações do projeto foi de R\$ 10.665,31, enquanto as despesas somaram R\$ 9.700,70. Dessa forma, obteve-se um saldo final em caixa de R\$ 964,61, evidenciando o equilíbrio financeiro e a viabilidade econômica da execução do projeto.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do robô Chappie proporcionou à equipe uma experiência prática relevante, unindo teoria e aplicação em um projeto complexo. O planejamento, a execução e os testes evidenciaram a importância do trabalho em equipe e da integração multidisciplinar para superar desafios. Destacaram-se a escolha dos materiais, a eficiência do sistema de arma e a adaptação da locomoção, e a fabricação de todo o sistema de arma, que apresentaram excelentes resultados. A gestão financeira foi essencial para viabilizar o projeto, reforçando a necessidade do planejamento econômico. Apesar de ajustes técnicos e dificuldades de compatibilidade, os objetivos foram alcançados, confirmando a capacidade de inovação dos envolvidos e contribuindo para a formação profissional dos estudantes.

REFERÊNCIAS

MORÁN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (org.). *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015.

WANG, K., Sang, G.-Y., Huang, L.-Z., Li, S.-H., & Guo, J.-W. (2023). *The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis*. *Sustainability*, 15(5), 4637. <https://doi.org/10.3390/su15054637>

RIOBOTZ/PUC-Rio. *Minotauro: robô de batalha Peso-Pesado (113 kg), desenvolvido pela equipe RioBotz do Centro Técnico Científico da PUC-Rio; vencedor do troféu "Most Destructive" na BattleBots All-Star Week (11-14 abr 2024)*. PUC-Rio, 2024. Disponível em: RioBotz/PUC-Rio

ALMEIDA, Marcos Vinicius de Souza. Relato de experiência sobre ideação e uso de tecnologias em robótica competitiva: integração de áreas no IFMA – Campus Açailândia. In: *Robótica educacional como mecanismo à educação profissional e tecnológica ao campo técnico em Eletromecânica*, in: MESQUITA, Brehme D'nápoli Reis de (Org.). São Luís: IFMA/IFMA Campus Açailândia, 2020. p. 104-106.

MACHADO, A. R., COELHO, R.T., ABRÃO, A.M.; DA SILVA, M.B. 2009, Teoria da Usinagem dos Materiais. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 384 p.

ROBOCORE. Rodas Combat – 100mm x 45mm x 15mm. Descrição do produto. Disponível em: <https://www.robocore.net/>. Acesso em: 17 set. 2025.



EPIC 2025

XII ENCONTRO DE PESQUISA, XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E
II ENCONTRO DE ENSINO E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



SANTOS, Carlos Alberto dos. *Baterias e acumuladores: fundamentos, aplicações e manutenção.* 2. ed. São Paulo: Érica, 2019.

MEGGIOLARO, Marco Antonio, Tutorial em Robôs de Combate Versão 1.0 – Agosto/2006 Prof. - meggi@mec.puc-rio.br Coordenador da Equipe RioBotz PUC-Rio - www.riobotz.com.br Colaboradores: Felipe Maimon, Felipe dos Santos Scofano, Bruno Favoreto Fernandes Soares.