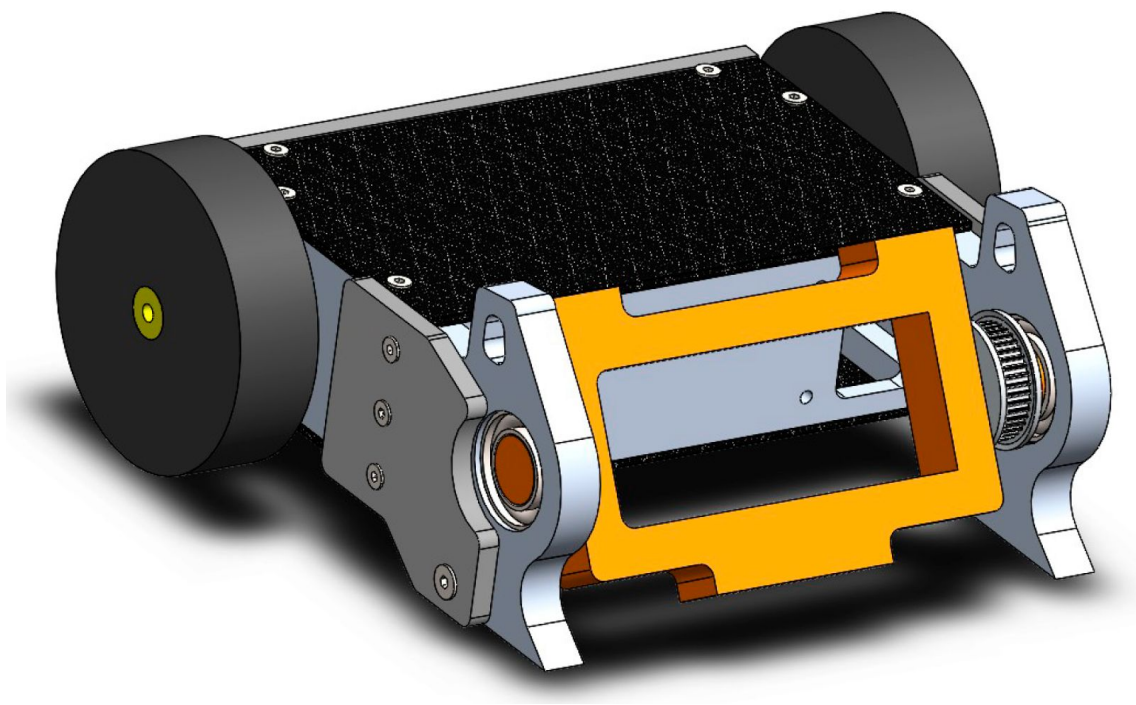


# Build Report

# GEORGE



**Elaborado por Anajúlia de Couto Floriano (TJ)**

**2020**

## SUMÁRIO

<b>1 EQUIPE</b>	<b>3</b>
<b>2 AGRADECIMENTOS</b>	<b>4</b>
<b>3 INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>4 VERSÕES ANTERIORES</b>	<b>6</b>
4.1 VERSÃO 2019	6
<b>5 CORPO</b>	<b>8</b>
<b>6 BASE E TAMPA</b>	<b>11</b>
<b>7 ARMA ATIVA</b>	<b>12</b>
<b>8 LOCOMOÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>9 BATERIA</b>	<b>18</b>
<b>10 ELETRÔNICA</b>	<b>19</b>
10.1 MUDANÇAS EM RELAÇÃO À VERSÃO ANTERIOR	19
10.2 REPROGRAMANDO ESCS	20
10.3 CALIBRANDO ESCS	21
<b>11 MONTAGEM</b>	<b>22</b>
<b>12 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>25</b>
CONTATOS	27

## 1 EQUIPE

A equipe que participou do desenvolvimento do projeto do robô beetleweight George V2 é composta por Alexandre Schneider Salgueiro, Anajúlia de Couto Floriano (TJ), Caio de Pauli Cordeiro (Harry), Eduardo João Palmeira Filho (Harry), Gustavo Luhm Crivellaro (Botas) e Luan Oshima (Temaki).



Vestindo camiseta camuflada: Harry Novo, com capacete: Harry Velho, em pé com camiseta da Winter Challenge: Temaki, com tiara de anteninhas de abelha: TJ, com colar havaiano: Alexandre, sentado com camiseta da equipe e pulseira amarela: Botas

## **2 AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos os membros que ajudaram na construção do robô, por cada sábado de reunião nos quais nos esforçamos para criar nosso robô, cada hora acordada de madrugada ajudando durante a fabricação, cada minuto de tensão e correria durante a competição e todo o esforço e carinho aplicado para que tudo isso pudesse se tornar possível, sem vocês nosso projeto não sairia do papel. Reconheço também a ajuda e compreensão dos demais membros da Yapira, em especial ao nosso capitão Gustavo Luhm (Botas).

Outro agradecimento especial vai para a equipe AGVs Combat, por todas as incríveis dicas de projeto compartilhadas e fundamental ajuda com a usinagem dos robôs, agradecemos por terem nos proporcionado acesso às instalações da empresa AGVs e terem sido extremamente hospitaleiros durante o tempo em que passamos trabalhando no local.

Não podemos esquecer também do apoio da Universidade Federal do Paraná, por nos ter cedido acesso à infraestrutura da Universidade e aos nossos demais patrocinadores pela concessão de materiais e recursos financeiros para a confecção do projeto.

### 3 INTRODUÇÃO

George é um projeto da categoria Beetleweight (3lbs) recente da equipe, que participou com sua primeira versão na Winter Challenge de Concórdia e no II Summit de Robótica. Após essas competições, foram identificados alguns pontos passíveis de aperfeiçoamento que foram aplicados à atual versão.



O nome George é referência a George Harrison, um dos membros da banda The Beatles, um jogo com o nome da categoria que norteia o nome dos dois robôs sob nosso cuidado: George e Ringo.

O objetivo deste documento é compartilhar os conhecimentos adquiridos tanto durante a fase de projeto quanto da fase de fabricação e os resultados obtidos durante a competição Iron Cup 2020, da qual a segunda versão do robô George participou.

## 4 VERSÕES ANTERIORES

### 4.1 VERSÃO 2019



Após participar do evento V Salão de Robótica, surgiu a ideia de confeccionar um novo robô da categoria para participar da Winter Challenge XV, pela equipe notar uma falta de competitividade do único robô de combate da categoria até então (Ringo).

Nesta versão, os membros resolveram inovar e utilizar recursos nunca antes usados pela equipe, como locomoção com motores não escovados (brushless), utilização de alumínio na carcaça e mudanças na fixação e geometria da arma.

Esta versão do robô foi um passo importante na evolução dos membros da equipe dos beetleweights, tanto pelo conhecimento adquirido quanto pela emoção de poder ver um robô da equipe sair vitorioso de um combate, que todos os membros do projeto nunca tinham presenciado.

Alguns **erros** encontrados e que basearam algumas mudanças para a próxima versão foram:

- Incompatibilidade entre a alta rotação dos motores brushless da locomoção e a estrutura da redução, resultando na quebra das engrenagens da mesma.
- Utilização de conectores superdimensionados (xt60)
- Utilização de cabos muito espessos (12awg)
- Bateria extremamente superdimensionada (4s/1000mAh/65C)
- ESC da arma muito grande, ocupando muito espaço no robô
- Pequena espessura do eixo da arma utilizado, fazendo com que este entortasse com facilidade (6mm)
- Pequena espessura da arma
- Rodas com pouco atrito ao chão
- Centro de massa mal localizado em relação a roda
- Anti rampa muito angulado, o que acabava “protegendo” a arma

- Tampa e base de kevlar, material complicado de se trabalhar
- Parede da frente muito fina, que acabava torcendo com facilidade
- Suporte para o motor da arma de difícil manutenção
- Pinhão encaixado no eixo do motor da locomoção saiu várias vezes, paralisando uma roda.

Por outro lado, algumas coisas desenvolvidas nessa versão que foram considerados **acertos** foram:

- Utilização da carcaça de alumínio para dissipar o calor produzido pelos ESC's
- Siliconização dos pneus de neoprene das rodas, utilizado como solução para a falta de atrito causada pelo erro no centro de massa. Obs: dependendo do estado do silicone, ele pode se soltar durante a luta, é preciso prestar atenção nisso
- Colagem dos hubs nas rodas, evitando deslizamento
- Utilização de loctite para prender as partes do robô, utilizando tipos diferentes dependendo da necessidade de manutenção da peça. Obs: é possível tirar loctite utilizando um soprador térmico.
- Corte de mais um pneu em cada roda, tanto para proteção do hubs quanto para aumentar a área de contato das rodas com o chão.
- Utilização de fita hellerman para evitar que os fios se enrosquem nos motores brushless
- Utilização de fita fixa forte para colar os ESC's e conectores e deixá-los no lugar





## 5 CORPO

Seguindo a filosofia já adotada na versão prévia deste robô, a estrutura principal de seu corpo é composta por quatro peças, sendo duas paredes laterais com a “torre” (parte que suporta o sistema da arma ativa) integrada e duas paredes (frontal e traseira) de suporte para completarem a estrutura. É notável a diminuição do comprimento total do robô, sendo otimizado o espaço interno e deslocando o centro de massa para mais próximo da arma ativa, melhorando, assim, a estabilidade dinâmica.

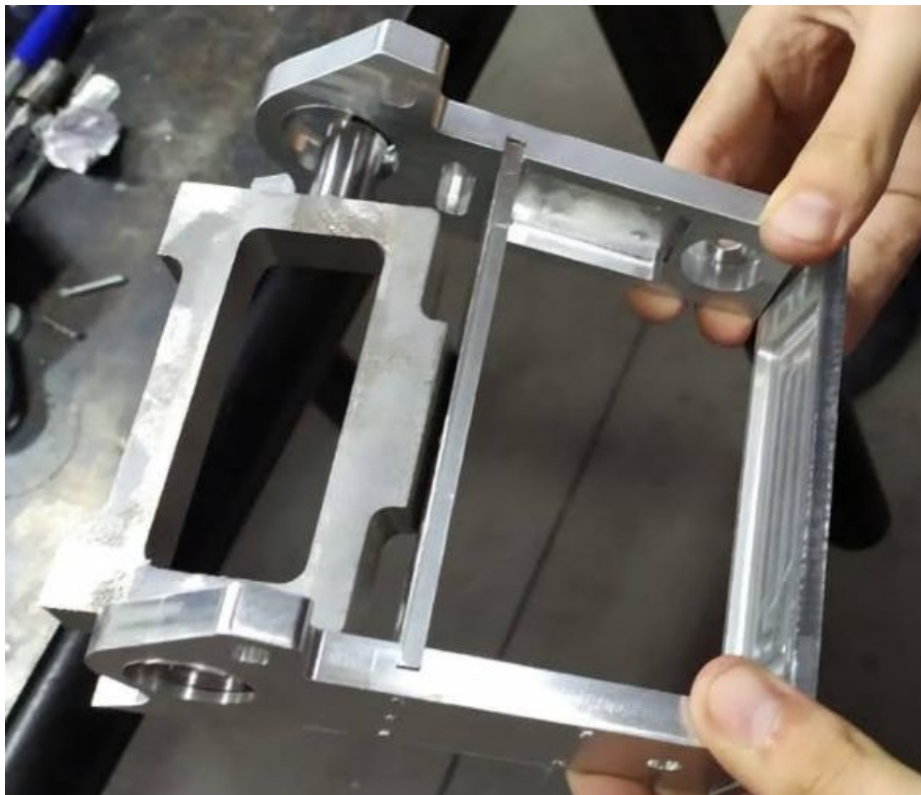
Foi utilizado, nas torres, alumínio 6351 (proveniente da vendedora Metal Trom), porém, diferente da versão anterior, a espessura das paredes laterais foi aumentada para 10 mm ( $\frac{1}{2}$ ” no bruto utilizado). Já na parede frontal, foi utilizada uma chapa de alumínio previamente adquirida pela equipe para ser a base do featherweight Invader, de espessura 4.75mm. Por fim, na parede traseira, foi utilizado o mesmo alumínio das torres, porém de espessura diferente, sendo  $\frac{1}{4}$ ” (6,35 mm).

Devido a folga apresentada no peso máximo, observando o projeto, foi, também, utilizado três reforços de polímero (UHMW) de 5 mm de espessura, localizados na parte externa das torres, próximo ao furo dos rolamentos, e na parte traseira, como uma forma de proteção complementar. Todas as partes exceto a proteção polimérica traseira podem ser observadas na foto abaixo.

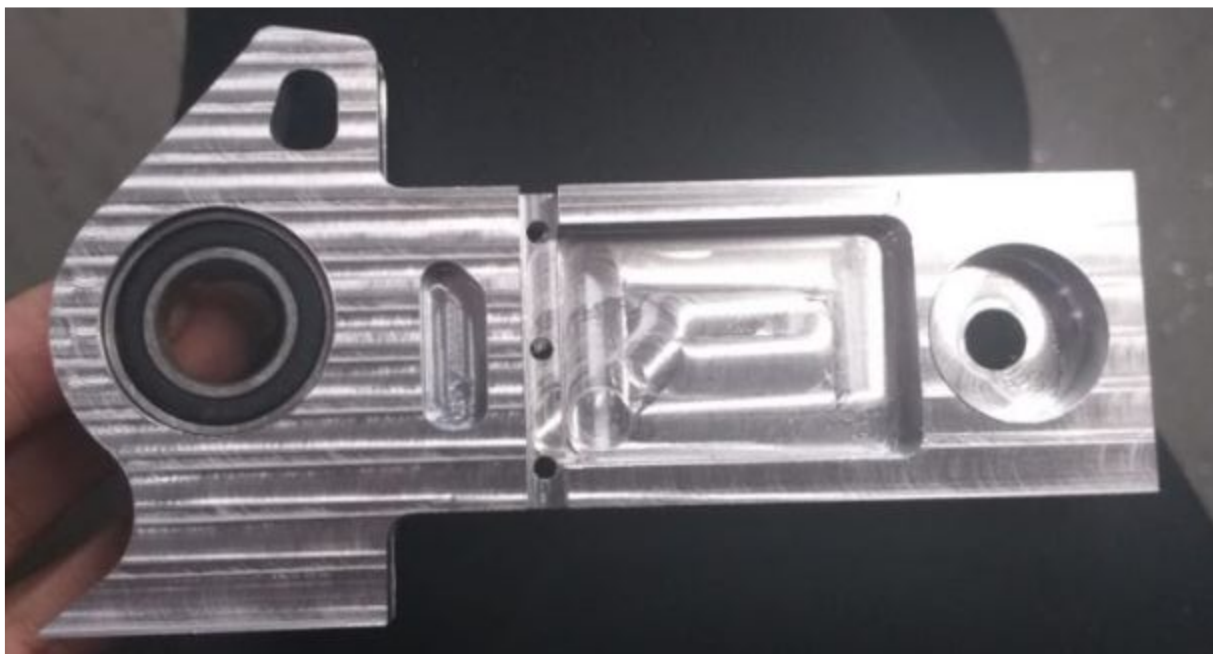


Abaixo, temos uma foto de como a estrutura base de alumínio foi montada, com os respectivos componentes já em seus posicionamentos finais.





O aumento na espessura das torres proveu um consequente aumento no peso destas estruturas, sendo necessário realizar rebaixas mais agressivos e amplos que os empregados na versão anterior. Os rebaixas feitos são de profundidade 8 mm, excetuando onde é encaixado a parede frontal, que tem 6 mm de rebaixo, podendo todos serem observados na imagem abaixo.



Também, como pode ser observado, foram feitos rebaixas específicos para o encaixe das caixas de reduções presentes na locomoção. Rebaixos também foram

empregados nas paredes frontal e traseira, sendo suas profundidades, respectivamente, de 2 mm e 3,25 mm.

Em relação à versão anterior, outra modificação nas torres foi o anti-rampa, que teve seu comprimento drasticamente reduzido e foi projetado de forma a não obstruir o acesso a arma pela lateral, deixando a arma ativa mais exposta.

A fixação da parede frontal foi feita por meio de seis parafusos M3, e a parede traseira, por meio de quatro parafusos M4.

A fabricação das peças de alumínio foi realizada no centro de usinagem CNC da nossa patrocinadora AGVS. O código utilizado pela máquina para realizar a usinagem foi gerado por meio de simulação realizada no software Edgecam, pelo membro Caio de Pauli Cordeiro (Harry). Já os polímeros de proteção foram usinados no centro de usinagem CNC da UFPR, no Laboratório de Usinagem, com o auxílio do professor Dalberto e do técnico de laboratório. De forma semelhante aos alumínios, foi obtido o código. Na usinagem dos polímeros, utilizou-se um bloco de resina que a equipe possuía, onde foi derretido, com um soprador térmico, tubos de cola quente, a fim de fixar a chapa de polímero a uma matriz maior que coubesse na máquina e tornar possível a usinagem.

## 6 BASE E TAMPA

Tanto a versão 2020 do George quanto a versão 2020 do Ringo possuem suas estruturas compostas de alumínio nas paredes laterais, traseira e frontal. Dessa forma, as faces superior e inferior dos robôs (base e tampa) não precisam ser feitas de alumínio, uma vez que a estrutura já é suficientemente rígida para receber os impactos advindos do combate. A resistência mecânica fornecida pelas paredes laterais considera que a base e tampa não serão fabricadas em alumínio, de forma que o peso dessas peças deve ser reduzido.

Assim, busca-se um material que garanta resistência mecânica à possíveis impactos, mas cuja massa seja relativamente pequena. Visando esses objetivos, optou-se por utilizar fibra de carbono. A fibra de carbono é um material leve e com grande resistência a tração (comparável à de alguns metais), de forma que sua utilização garante resistência suficiente para a composição da tampa e base dos robôs.

Foram utilizadas três camadas de fibra de carbono para a confecção das tampas e bases dos robôs. Nas tampas, inseriu-se um furo, de forma a permitir fácil acesso à chave geral quando o robô estivesse completamente fechado.

Salienta-se que a versão 2019 do George utilizava fibra de vidro no lugar de fibra de carbono para a tampa e a base, com a estrutura principal sendo composta de alumínio nas paredes laterais, frontal e traseira. A tampa de fibra de carbono se mostrou de mais simples fabricação e seu peso após concluídos os processos de confecção foi significativamente menor.

Contudo, **a fibra de carbono conduz eletricidade**. Esse fato foi um fator de complicação para o isolamento elétrico do robô, uma vez que fios não perfeitamente isolados em contato com a tampa poderiam ser responsáveis por um ocasional curto-circuito. A solução para esse problema foi obtida a partir do uso de esmalte de unha para criar uma camada isolante sobre a tampa de fibra de carbono.

## 7 ARMA ATIVA

Para esta nova versão do George, a abordagem tomada pela equipe em para o projeto (geometria) e fabricação (usinagem e tratamento térmico) da arma ativa foi completamente repensada. Ficou inalterado, porém, o material utilizado, sendo este aço 4340, obtido na nossa patrocinadora Sideraço, e a proposta de ser uma arma do tipo eggbeater vazada no centro.

A geometria foi reformulada, contando agora com dentes posicionados nas extremidades, para auxiliar a pega no robô adversário, e eixo de 15mm embutido na própria estrutura da arma, sendo fabricado em duas etapas. Na primeira etapa, a arma é usinada tendo sua vista superior como referência, resultando em um eixo quadrado para, na próxima etapa, a arma ser colocada na vertical e o perfil quadrado do eixo ser transformado em circular. A arma finalizada pode ser observada abaixo.



A arma ativa, assim como os componentes do corpo do robô, foi usinada no centro de usinagem CNC da nossa patrocinadora AGVS, com os códigos gerados por meio de simulação realizada no software Edgecam, pelo membro Caio de Pauli Cordeiro (Harry). O tratamento térmico foi realizado por uma empresa especializada (Temperapar), em oposição a ser feita por membros da equipe no Laboratório de Materiais da UFPR. Sua dureza final foi de 48 HRC. Por fim, foi realizada uma pintura laranja na superfície externa da arma, para evitar oxidação e promover um melhor aspecto estético ao robô.

No projeto, o peso estimado para a arma era de 442,71 gramas, porém, após a fabricação, o peso final averiguado foi de 451 gramas. Isto pode ter ocorrido por variações na composição do aço utilizado para o considerado pelo SolidWorks ao estimar a massa. A arma ativa com este peso representou cerca de  $\frac{1}{3}$  da massa total permitida pela categoria e um grande avanço, considerando que a arma da versão anterior pesava em torno de 230 gramas. Outro ponto observado foi que o posicionamento da arma na estrutura do robô estava mais pronunciada para a frente, expondo melhor a arma e possibilitando maior raio de ação.

O sistema de apoio da arma, que na versão anterior consistia de um eixo externo de aço e buchas de bronze, consiste agora em dois rolamentos 6902 - 2RS, específicos para alta rotação, inseridos no eixo da arma. Esta inserção foi feita por meio de interferência, utilizando uma morsa de bancada, posicionando a arma e os rolamentos de forma que, quando o curso da morsa diminuísse, os rolamentos entrassem no eixo.

Já o sistema de transmissão utilizado foi semelhante ao já empregado na versão anterior, utilizando polias sincronizadas GT2 e correia apropriada. Porém, foi necessário ampliar o furo central da polia da arma, para acomodar o eixo de 15mm. De forma semelhante aos rolamentos, a polia da arma também foi fixada no eixo por meio da interferência, com prensagem em morsa de bancada.

O motor a ser inicialmente utilizado para a arma ativa era o Rimfire .10, que possui 1250kv, um motor brushless que já estava disponível no inventário da equipe e que com testes empíricos se mostrou extremamente adequado para a utilização na arma ativa de um beetleweight.



Porém, durante a montagem do robô, constatou-se que faltava peso para atingir o peso máximo da categoria. Como o Ringo sofreu dificuldades para ficar pronto no prazo estipulado pela competição, resolveu-se utilizar o seu motor da arma (NTM Propdrive v1 3542 - 1250kV)

Este motor apresentou ótimos resultados, fornecendo alta potência para a arma ativa, tornando o robô extremamente competitivo. Contudo, em luta contra o robô Mini-Touro, da Riobotz, devido a propagação de impacto pela correia e tensionamento exagerado, o eixo de 4mm presente no motor se mostrou muito frágil e quebrou. Este acontecimento poderia ter sido evitado caso o motor da arma fosse biapoiado, isto é, com o eixo fixo em um rolamento em outra estrutura além do próprio motor.

## 8 LOCOMOÇÃO

A implementação de motores brushless na locomoção de beetleweights foi testada em nossa equipe durante o projeto do George de 2019. Com toda a experiência obtida, resolvemos continuar a utilização deste tipo de motor, tentando melhorar onde possível.

Os motores escolhidos desta vez foram do modelo DYS 1806, de 2300kV. Este modelo ficou bastante famoso para locomoção brushless de beetleweight pelo seu sucesso no robô Lynx. Compramos alguns destes motores pelo eBay e pelo Banggood, e também conseguimos alguns usados da equipe AGVS Combat, os quais testamos com as reduções antigas em uma mini competição realizada pela AGVS.

O ponto negativo da utilização deste modelo está na compatibilidade com as caixas de redução que tínhamos. As caixas de redução que escolhemos - também baseadas no sucesso da utilização no robô Lynx - foram caixas de 22m e relação de 35:1, adquiridas de motores genéricos comprados da China. O principal motivo de termos escolhido este modelo foi, além do preço, possuírem engrenagens planetárias. As reduções utilizadas no primeiro George em 2019 quebraram muito facilmente e acreditamos que engrenagens planetárias ajudariam a prevenir este problema.



Caixas de redução de 22m e relação de 35:1, separadas dos motores.



Para conseguir fixar as reduções nos motores, projetamos uma peça intermediária com furos para ser parafusada em ambos o motor e a redução.



Protótipo da peça intermediária feito em impressão 3D.



Peça intermediária usinada em alumínio.

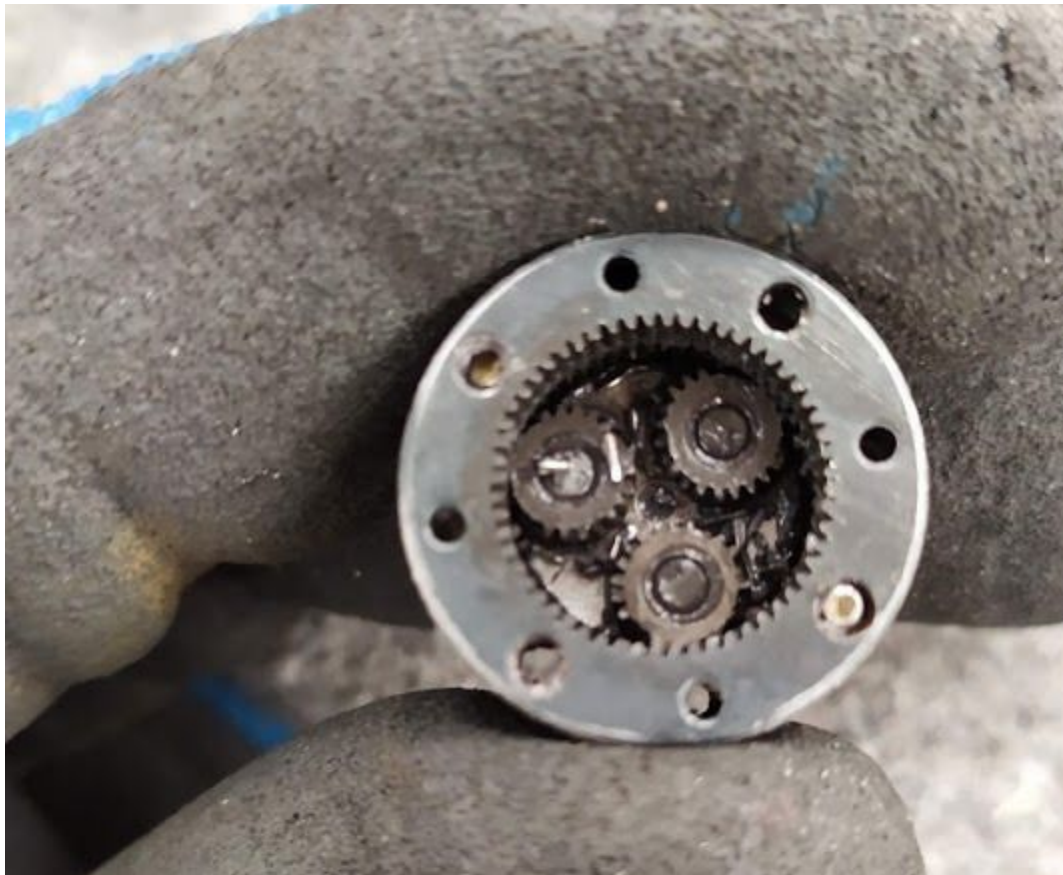
Um dos problemas que tivemos anteriormente com reduções em brushless foi na fixação dos pinhões no eixo dos motores. Para solucionar isso nós substituímos o eixo dos DYS 1806 com os eixos dos motores dos quais as caixas de redução pertenciam originalmente (os genéricos chineses). Com isso a fixação original dos pinhões foi mantida e evitamos problemas com estes soltando durante combates. Os motores genéricos foram destruídos no processo de aquisição dos eixos.



Restos dos motores após a remoção dos eixos com os pinhões.

Para trocar os eixos precisamos primeiro retirar os eixos originais dos brushless. O processo teoricamente é simples: existe um parafuso (sem cabeça) que prende o eixo ao estator do motor, geralmente preso com algum trava rosca. Afrouxando o parafuso o eixo deve sair com facilidade. O uso de um soprador térmico ajuda a remover o fluido trava rosca utilizado. Isso se mostrou um problema em 4 dos 8 motores que compramos. Acreditamos que os parafusos allen presentes nestes 4 motores eram do sistema imperial e acabamos não conseguindo remover esses eixos. Por termos bastantes motores (compramos 8 e recebemos mais 2 ou 3 funcionais da AGVS), acabamos não exagerando nas tentativas de remover os eixos por medo de estragar os motores.

Mesmo com todas as modificações em relação a primeira versão de locomoção brushless utilizada no George de 2019, ainda tivemos problemas com engrenagens quebrando nas reduções. O motivo destes problemas não foi descoberto, mas suspeitamos que seja devido a algo que erramos durante a montagem e não aos modelos usados, visto que outros robôs obtiveram sucesso no conjunto destes brushless e redução.



Caixa de redução aberta, mostrando as engrenagens quebradas após um combate.

As rodas usadas continuaram sendo as Neoprene compradas na Robocore. Para melhorar a tração, que foi um problema na primeira versão do George, utilizamos duas rodas coladas uma na outra para aumentar a área de contato com a arena. Isso também ajudou a proteger o hub das rodas. Inicialmente estávamos continuando a aplicar uma camada de silicone ao exterior das rodas, mas removemos devido ao peso acrescentado.

## 9 BATERIA

Após as últimas competições que a equipe participou, recebemos várias dicas em relação a bateria, principalmente da equipe AGVs Combat. Após ouvir tais conselhos, percebemos que a bateria do robô estava com os cálculos superdimensionados, e decidimos utilizar a bateria Tattu R-Line de 4 células e taxa de descarga de 95C e 650mAh, com essa mudança, poupamos muito espaço interno e peso do robô.



Durante a Iron Cup 2020, percebemos que era necessário carregar a bateria entre duas lutas, mas isso não foi problema pois possuíamos uma bateria reserva para troca imediata. Um recurso que vale a pena citar por sua praticidade é o buzzer, que permite medir rapidamente a tensão da bateria no total e em cada célula, sem a necessidade da utilização de um multímetro.





## 10 ELETRÔNICA

### 10.1 MUDANÇAS EM RELAÇÃO À VERSÃO ANTERIOR

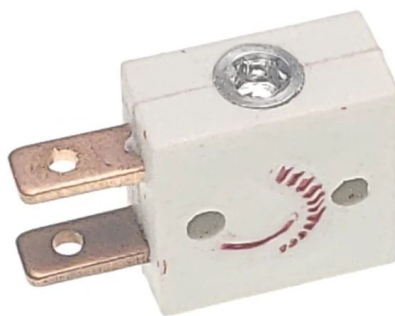
Nesta versão do robô, resolvemos utilizar ESCs brushless mais confiáveis e com uma maior corrente suportada. Para a arma, foi utilizado o ESC de 32 bits HGLRC de 60A, facilmente programáveis com a versão mais atualizada de 32 bits do software BLHeli Suite, enquanto para a locomoção foram utilizados dois ESCs DE 16 bits HGLRC de 30A, que são facilmente programáveis com a versão 16.7.14.9.0.1 do software BLHeli Suite.



Como esses dois ESCs não possuem o cabo VCC de alimentação, não havia nenhum componente alimentando o receptor, por isso foi preciso adaptar o circuito da chave geral adicionando um BEC, que é basicamente um regulador de tensão, pois não é adequado enviar diretamente os 14.8V da bateria para o receptor. O módulo regulador de tensão utilizado é um conversor buck DC-DC step down 3A com tensão de saída regulável por meio de um parafuso incluso na placa. Um ponto a ser mencionado é que é importante após regular a tensão, colocar um pouco de cola quente em cima do parafuso, pois ele é muito instável e pode acabar “abrindo tensão” o que significa liberar uma tensão acima dos 5V exigidos pelo receptor, o que pode acabar queimando-o.

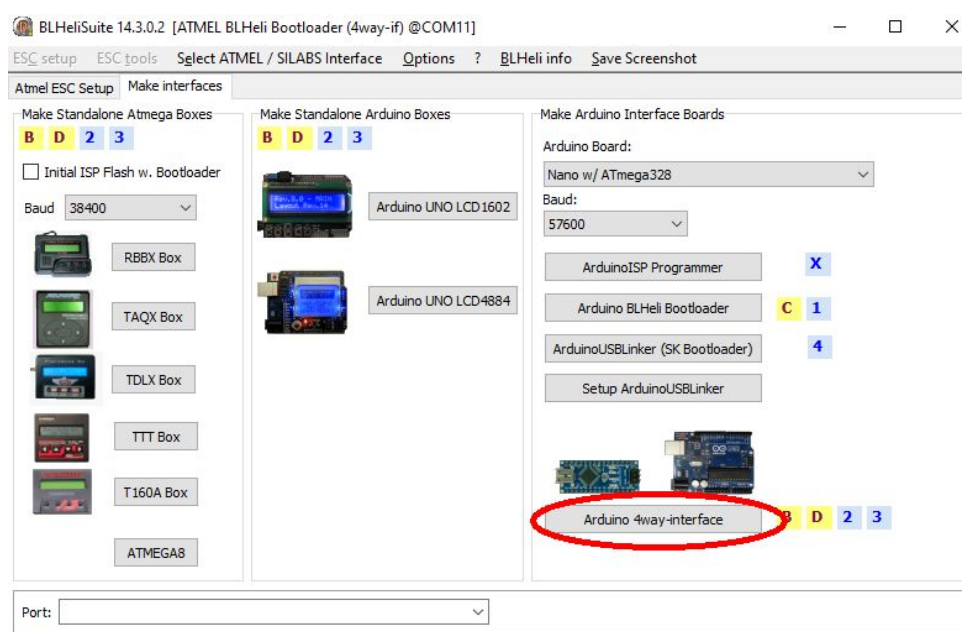


Outra mudança realizada está no fecho da chave geral, feita anteriormente por meio da conexão de um plug do tipo XT, que era de fechamento complexo, sempre havendo o risco de o plug encostar em algum motor do robô no momento em que era empurrado para debaixo da tampa. Por esse motivo, importamos o FingerTech Mini Power Switch, que possui o fecho por meio de um parafuso allen, sendo de simples utilização.



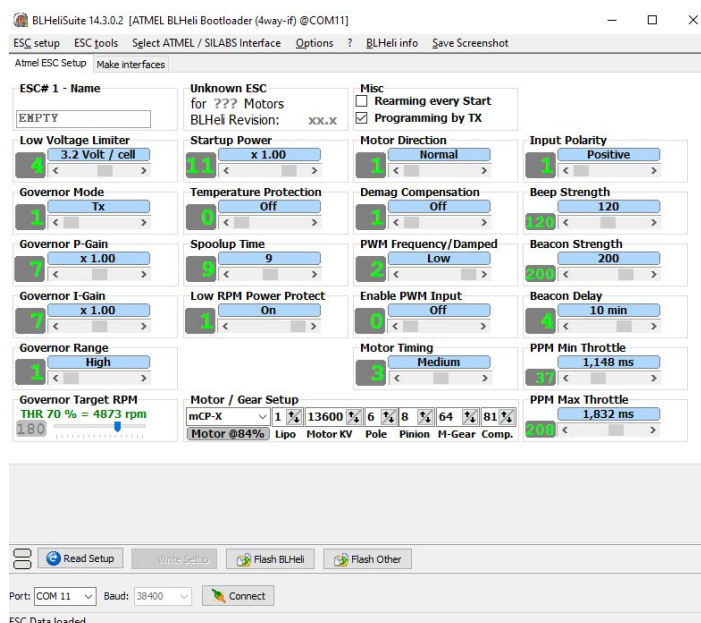
## 10.2 REPROGRAMANDO ESCS

De acordo com nossas pesquisas, a maioria dos ESC's do tipo BLHeli são facilmente programáveis (diferentemente dos ESC's Simonk), sendo necessário somente conectar jumpers no UBEC, conectar o sinal no pino D3 e o terra do ESC no terra do arduino, conectar o arduino com um cabo ao PC, abrir o software BLHeliSuite, selecionar a aba "Make Interface", selecionar a opção "Arduino 4way-interface" e escolher o tipo de Arduino utilizado, para criar uma "plataforma" de programação de ESC's. **ATENÇÃO:** Este passo só precisa ser realizado uma vez (se o Arduino não for utilizado para outros fins).





Após isso, só é preciso conectar o ESC selecionando o botão “Connect”, alterar os parâmetros necessários e depois clicar em “Write Setup”. Para deixar os motores reversíveis, basta alterar o parâmetro Motor Direction para “Bidirectional”.



## 10.3 CALIBRANDO ESCS

Após a solda dos motores com o ESC e a conexão com o receptor ser devidamente feita é necessário fazer a calibração. A calibração é basicamente configurar o ESC para que ele interprete qual é o máximo e o mínimo do controle. Ao alimentar o ESC se o stick do controle estiver na posição máxima do controle o ESC entrará no modo de calibração. Caso queira ajustar somente o máximo e o mínimo do controle basta esperar um segundo e colocar o stick na posição mínima, mas se quiser mexer nos parâmetros de configuração do ESC mantenha o stick na posição máxima até entrar no modo de configuração(o modo de configuração varia dependendo do modelo do ESC, consulte o manual).

Uma maneira fácil de calibrar o seu sistema de locomoção seria manter o stick apontado para a diagonal direita superior e alimentar o sistema, assim ambos os canais estarão na posição máxima e assim que você colocar na posição central já estará calibrado da maneira correta.

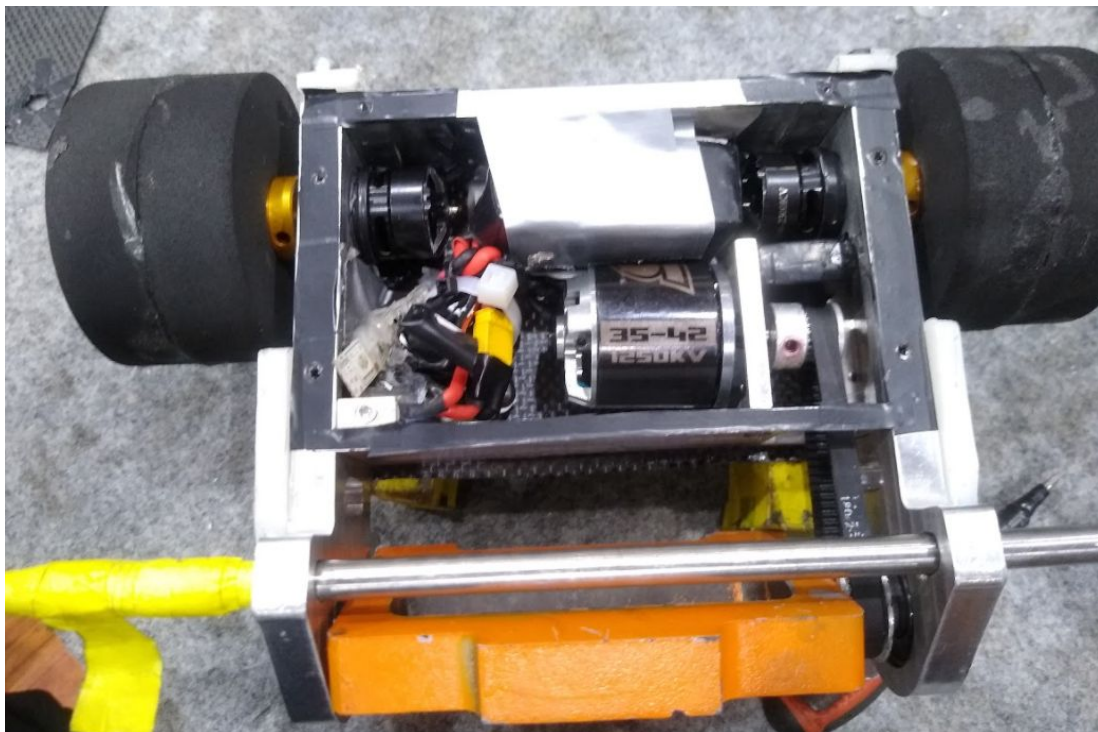


## 11 MONTAGEM

A montagem da estrutura principal (peças de alumínio e polímero) do robô se deu por meio de fixação com parafusos M3 e M4, sendo aplicado um adesivo trava rosca (loctite) de baixo torque (azul) a cada montagem, a fim de garantir uma boa fixação destes elementos. Foi observado pela equipe que a utilização deste adesivo com moderação ajuda a prevenir problemas como peças soltando ou ficando frouxas. Porém, a aplicação em excesso pode resultar em peças de difícil separação, sendo necessário aquecer a área afetada, a fim de evaporar o adesivo e possibilitar a separação das partes. As roscas utilizadas para esta fixação foram feitas por membros da equipe, se valendo de machos de aço. Destaque ao membro Alexandre Schneider Salgueiro, que se mostrou apto a realizar o rosqueamento de forma rápida e sem quebrar os machos.

Durante a montagem, percebemos que não possuíamos parafusos de comprimento necessário para fixação da parte traseira com a proteção de polímero. A solução foi procurar com outras equipes, porém o problema poderia ter sido evitado com uma elaboração mais minuciosa da lista de compras de componentes de fixação.

Já a disposição interna dos componentes pode ser observada abaixo, com a bateria localizada entre os motores de locomoção, o motor da arma apoiado em uma parede de apoio fixada na parede frontal (e auxiliada por um suporte entre esta e a torre direita) e um emaranhado de eletrônicos na parte esquerda.





Pode-se observar a utilização de fitas hellerman (enforca-gato ou abraçadeira) passando pela base e cola quente na fixação da eletrônica, para garantir que nada se solte ou desconecte durante uma luta. A chave geral, localizada no canto inferior esquerdo da parte interna do robô foi colada nas paredes com Superciano, uma cola similar ao Super Bonder. A necessidade dos cabos dos ESCs da locomoção de passarem por onde a bateria fica posicionada criaram uma espécie de “calombo”, com a bateria ligeiramente elevada, que dificultava o fechamento do robô.

O suporte a parede de apoio (quadrado preto próximo a polia do eixo do motor da arma), originalmente, seria uma peça de alumínio semelhante a outra parede de apoio, de forma análoga a impressão utilizada na versão anterior. Durante o projeto, foi considerada desnecessária sua utilização. Porém, verificou-se, durante a competição, que o motor tendia a sofrer tensão pela correia e, por consequência, entortar a parede de apoio. Foi, então, realizada esta adaptação emergencial com um pedaço de madeira embrulhado em fita isolante e fixado na base com superciano.

Em sua versão anterior, foi encontrada dificuldade para fixar o hub presente na roda no eixo da caixa de redução, sendo um problema constante a queda da roda durante lutas. Foi, então, aplicado uma mistura de loctite para alto torque e cola superciano entre o eixo e o hub. Apesar de ter fixado, a combinação se mostrou impossível de ser descolada, e tentativas de membros da equipe resultaram no arrancamento do eixo da caixa de redução antes de que houvesse a separação entre o eixo e o hub. Portanto,

recomenda-se que esta combinação não seja utilizada em qualquer conjunto que possa necessitar de separação.

A utilização de fibra de carbono, apesar de benéfica em termos de peso e resistência, deve ser acompanhada de alguns cuidados. Primeiramente, recomenda-se fabricar a tampa e/ou base antes de finalizar o projeto, pois o peso previsto pode variar significativamente. Neste caso, o conjunto tampa/base ficou com menos da metade do peso estimado no projeto, causando uma sobra excessiva de peso no robô. Também deve-se ficar atento a condutividade elétrica elevada do material que, se submetido a fios sem encapsamento ou outras condições em que ocorra passagem de corrente, irá fechar contato e faiscar. Recomenda-se o isolamento da superfície interna da tampa/base composta desse material. No caso desta montagem, foi utilizado esmalte acrílico para realizar este isolamento. Por fim, nesta montagem, o buraco aberto na tampa para deixar visível o LED requerido por regulamento era pequeno demais, então também deve-se atentar a este fato.

Em geral a montagem da estrutura deste George era simples, se mantendo fiel à proposta original, sendo apenas necessário inserir a arma antes de posicionar as duas torres. A eletrônica conseguiu ser posicionada no espaço reservado, com ressalva aos cabos passando por baixo da bateria. Esta versão se mostrou muito mais compacta e um claro avanço da equipe em relação à versão anterior.

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Pilotagem com Efeito Giroscópico

A pilotagem com o efeito giroscópio pode ser algo bem complicado na luta, geralmente buscamos uma maior rotação da arma para que tenhamos maiores chances de atingir o oponente primeiro. Para facilitar a compreensão irei separar em tópicos alguns dos pontos que é bom se ter em mente ao fazer a pilotagem de robôs com arma ativa:

- Se possível, tente descobrir se a rotação da arma do oponente é muito superior à do seu robô. Caso ele tenha uma rotação maior as chances de seu robô perder em um contato arma com arma é maior, nesse caso recomenda-se baixar a rotação (para diminuir o efeito giroscópio e ter um controle melhor do robô) e tentar desviar da arma do oponente pontuando em outros locais.
- Caso o efeito giroscópio do robô esteja muito grande, evite fazer curvas muito rápidas, uma vez que isso pode levar o seu robô a capotar.



- Para descapotar o robô fazendo uso do giroscópio eleve a rotação da arma de modo que o robô consiga levantar uma de suas rodas ao fazer uma curva. Após manter o robô levantar as rodas mantenha fazendo a curva e no momento em que a roda estiver em uma posição mais elevada diminua a rotação da arma rapidamente, fazendo isso o robô irá descapotar (recomendo ver o vídeo da luta contra o Ricota).



## Porrada no Ricota

- [George vs. Ricota, IRONcup 2020](#)



## George T pose



## Opinião imparcial sobre o desempenho

Observando o desenvolvimento do projeto durante os meses de trabalho da equipe, e comparando os resultados obtidos durante as competições é possível notar uma clara evolução no design do robô em todos os aspectos. Desde o projeto digital no Solidworks até o dia da última luta dele na competição os membros estavam realizando melhorias e adquirindo conhecimento.

As vitórias durante as competições foram emocionantes e mostraram todo o potencial do George, e as derrotas mostraram pontos fracos para serem aprimorados. No



geral, a imensa evolução das versões do robô reflete a evolução da equipe, eu não consigo observar nada além de sucesso por parte desse time.

## **Conclusão**

Apesar deste projeto ter alcançado resultados expressivos (vitória sobre o robô Ricota, três vezes presente em pódios de Winter Challenges), foram observados vários pontos de melhorias para um futuro projeto, como: abandonar a utilização de caixas de redução e basear o sistema de locomoção em tangenciamento, inserir uma armadura de polímero em volta do robô, especialmente para proteção das rodas, elevar o posicionamento da roda nas paredes laterais, de forma a fazer um robô mais rente ao chão e mais difícil de ser arremessado, utilizar um sistema de biapoio para o motor da arma, para prevenir acontecimentos como a quebra do eixo ocorrida nesta versão e o aumento da espessura da parede frontal, com o intuito de não dobrar ao absorver os impactos da arma.

Qualquer dúvida em relação a este documento ou ao George, sinta-se livre para entrar em contato com algum dos membros da equipe nesta época!

## **CONTATOS**

Alexandre Schneider Salgueiro - Mecânica  
Whatsapp: 41 99114-0457

Anajúlia de Couto Floriano (TJ) - Elétrica  
Whatsapp: 41 99958-4688

Caio de Pauli Cordeiro (Harry) - Mecânica  
Whatsapp: 42 98833-5880

Eduardo João Palmeira Filho (Harry) - Mecânica  
Whatsapp: 41 98431-7174  
Messenger: <https://www.facebook.com/eduardojoao.xd>

Gustavo Luhm Crivellaro (Botas) - Mecânica  
Whatsapp: 41 98455-0789

Luan Oshima (Temaki) - Elétrica  
Whatsapp: 41 99205-5580