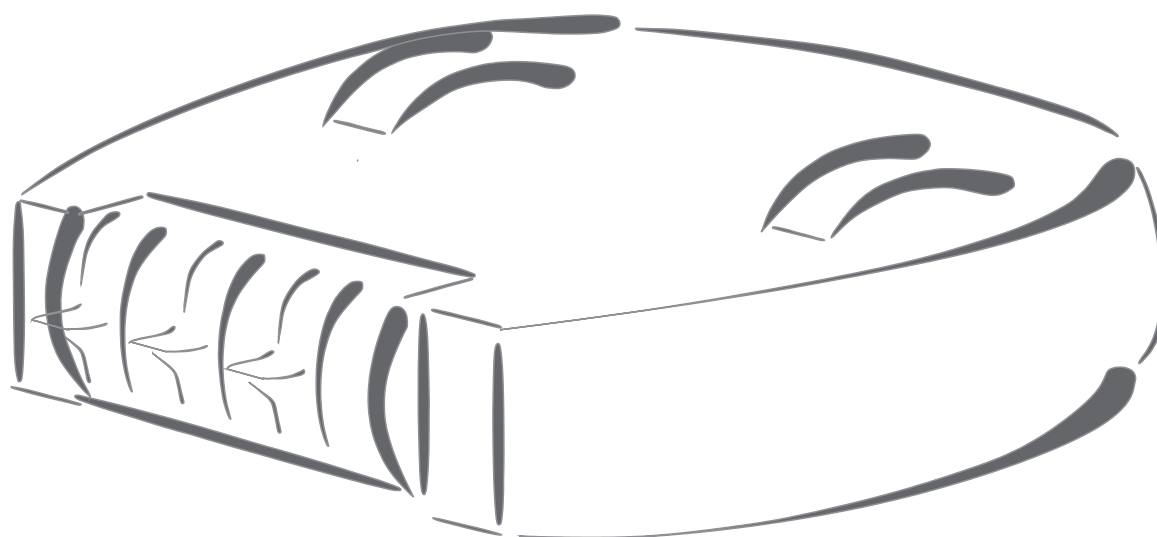


Build Report:



LYCAN

Por: Victor Pimentel Rosa

Felipe Pimentel Rosa

Júlio César Pereira Martines Fernandes



AGRADECIMENTOS

Ao longo de todas as etapas do desenvolvimento deste projeto recebemos ajuda de muita gente, as quais sem elas, este robô não teria nem mesmo saído do papel.

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Fibrasil Carrocerias por ter patrocinado o projeto. Gostaríamos agradecer aos administradores da empresa, Rosemar Ghellere em especial, pela confiança depositada em nós.

Outras pessoas fundamentais para o projeto foram os técnicos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR): Alessandro de Jesus Alves do Laboratório de Soldagem, Júlio César da Silva do Laboratório de Metrologia e Júlio César Pereira Martines Fernandes do Laboratório de Usinagem. A ajuda que este último nos deu foi tanta que concordamos em colocá-lo como um dos autores deste projeto, afinal, várias de suas ideias foram incorporadas ao projeto robô.

Gostaríamos de agradecer a Pontifícia Universidade Católica do Paraná por ter disponibilizado espaço físico e maquinário para produzir peças para o projeto.

Agradecemos também a todos os integrantes da Equipe PUCPR de Robótica Móvel, aos antigos integrantes que hoje trabalham na MPK Equipamentos Industriais e aos professores Valter Klein Júnior e Key Fonseca de Lima. Aprendemos muito com eles e a conclusão deste projeto só foi possível devido a isso.

Por último agradecemos ao pessoal do fórum da Robocore por responder nossas perguntas: Murilo Castanho Marin (Pedreiro), Eduardo von Ristow (Dudu), Rodrigo Duque Estrada (Delay), Leandro Bergamo (Sigma), Cesar Oliveira Velicka (Mimos), Felipe Dias Cagnani (Wurs) e Igor Valentin Oliveira Duran.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ESTRUTURA E MATERIAIS.....	3
3. LOCOMOÇÃO.....	8
4. ARMAMENTO.....	12
5. ELÉTRICA E ELETRÔNICA.....	18
6. RESULTADOS.....	24
7. MELHORIAS Á SEREM FEITAS.....	26
8. ÚLTIMAS PALAVRAS.....	30
9. ANEXOS.....	31

1.INTRODUÇÃO

Este documento detalha o processo de construção do robô Lycan, categoria Hobbyweight (5,5kg), da Equipe PUCPR de Robótica Móvel. Lycan competiu no ano de 2014 no Winter Challenge X edição. O motivo que nos levou a escrever este build report foi o de compartilhar o aprendizado que obtivemos ao longo do desenvolvimento deste projeto com os outros competidores e com a comunidade científica no geral.

Figura 1. Imagem do robô Lycan.



Logo no início do projeto já tínhamos a ideia de fazer um robô totalmente inovador, com características ainda não vistas anteriormente e que fosse forte o bastante para resistir aos duros combates que acontecem na categoria na qual competiria (hobbyweight). Nas reuniões de concepção do projeto foram estabelecidas algumas diretrizes para o projeto:

1. O robô deveria possuir um novo tipo de arma composta por dentes soldados em um tambor. Fariamos isso para testar a eficiência de soldas em aplicações de alto impacto;
2. A estrutura seria única (unibody) totalmente em alumínio e reforçada para que não fosse destruída facilmente;



3. O robô deveria ter boa estabilidade, fácil controlabilidade e ser invertível.

O tempo total dedicado no projeto foi de 9 meses, sendo 3 meses de projeto e 6 meses de montagem. Este foi um tempo relativamente longo para a construção de um robô, fato motivado principalmente por atrasos ocorridos nos correios e por outras dificuldades surgidas no período de montagem.

Muitos projetos nos motivaram para que o Lycan ficasse com este desenho atual, porém, os projetos que mais nos inspiraram foram os robôs Jason X da equipe Wicked Botz, o robô mundialmente conhecido Touro da Riobotz e o robô Angry Asp.

2. ESTRUTURA E MATERIAIS

Os materiais usados nos robôs foram escolhidos tendo em vista sua disponibilidade local, preço e propriedades mecânicas.

Para a estrutura utilizamos um bloco de AL 6061-T6, liga de alumínio contendo magnésio e silício como elementos principais, conhecida também como Dural. As ligas de AL da série 6XXX são termicamente tratáveis, da mesma forma que as 2XXX, 7XXX e a maioria da série 8XXX. Hoje através de tratamentos térmicos algumas ligas de AL podem ter resistência à tração de aproximadamente 700 MPa. A leveza deste material associada com sua boa resistência mecânica foram o fator determinante para sua seleção. A densidade das ligas de alumínio é em média 2,7 g/cm³, ou seja, 1/3 da densidade do aço. A título de curiosidade, o alumínio em estado puro apresenta baixas dureza e resistência mecânica, daí a necessidade de combiná-lo com outros metais para aumentar sua utilidade industrial. Por causa de sua boa resistência mecânica o AL 6061-T6 é usado para diversos propósitos, dentre os quais podemos destacar estrutura de aviões, de barcos e peças automotivas. As propriedades mecânicas da liga são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades mecânicas da liga AL 6061-T6.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
AL 6061	T6	260	240	8	95

Para as tampas superior e inferior foi utilizado o AL 5052-H34 naval. Embora este material não seja tratável termicamente (séries 1XXX, 3XXX, 4XXX e 5XXX) foi o escolhido para a estrutura por apresentar relativa resistência – devido ao trabalho á frio – e por ser facilmente encontrado em chapas de pequena espessura. Esta liga é utilizada em barcos, carrocerias de ônibus e furgões. As propriedades mecânicas da liga são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades mecânicas da liga AL 5052-H34.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
AL 5052	H34	255	200	14	67

O bloco e as chapas brutas utilizados para a construção do Lycan são mostrados na Figura 2.

Figura 2. Blocos de Al utilizados na estrutura do Lycan.



Devido a geometria complexa as tampas e a estrutura foram cortadas em jato d'água, processo totalmente automatizado e muito preciso. Outro processo de fabricação que poderia ter sido usado seria fresagem por comando numérico computadorizado (CNC). As tampas e estruturas, após o corte, podem ser visualizadas nas Figuras 3 e 4.

Figura 3. Tampas após o corte.



Figura 4. Estrutura após o corte.



Os “pés” (ou apoios frontais) do robô foram feitos em aço AISI 5160 laminado, aço utilizado em molas planas de veículos, lâminas de corte e eixos automotivos. O motivo de o grupo ter escolhido este material é a facilidade de se encontrar, a elevada temperabilidade, boa ductilidade e resistência à abrasão. As propriedades do aço AISI 5160 são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6. Propriedades mecânicas do aço AISI 5160.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
Aço 5160	-	530	530	17,5	269

Finalizando a parte da estrutura, os cubos das rodas foram feitos em aço AISI 1020 laminado. Escolhemos este material porque é extremamente fácil de ser encontrado, barato e, por ficarem localizados na parte interna do robô, não seriam muito solicitados. As propriedades do aço AISI 1020 laminado são mostradas na Tabela 7, e os cubos usinados são mostrados nas Figuras 10 e 11.

Tabela 7. Propriedades mecânicas do aço AISI 1020.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
Aço 1020	-	450	330	36	143

Figura 10. Cubos usinados em aço AISI 1020.



Figura 11. Cubos usinados montados nas rodas.



3. LOCOMOÇÃO

Na locomoção foi escolhido o motor Integy Matrix Pro Lathe 65T Single devido à sua robustez e confiança que obtivemos nele ao utilizá-lo em projetos anteriores. Este motor, quando acoplado na redução Banebots P60, a uma LiPo 5S e girando sem carga consome em média de 600 mA á 800mA. É interessante isolar muito bem a traseira do Integy para que não haja risco de curto-circuito caso algum pó metálico ou pedaço de metal entre no robô. A Figura 12 mostra a manutenção feita nos motores.

Figura 12. Manutenção realizada na traseira dos motores Integy.



O motor Integy 65T possui Kv de aproximadamente 1000 rpm/V. Assim sendo, as rodas girariam a incríveis 18500 rpm caso eu conectasse o eixo dos motores diretamente nas rodas. Portanto após uma série de cálculos, foi decidido utilizar caixas de redução Banebots P60 26:1 (2 estágios de 5,1) para elevar a força de tração do robô e diminuir sua velocidade teórica para 711 rpm. As caixas de redução Banebots P60 são muito robustas e o que mais nos agrada é que possuem 2 rolamentos de esferas dando suporte á seu eixo e as engrenagens de todos os

estágios são feitas de aço. As reduções Banebots P60 utilizadas são mostradas na Figura 13.

Figura 13. Redução utilizada na locomoção de Lycin.



Um dos principais pontos negativos das caixas de redução Banebots – e também de algumas das DWNS – é que o aperto exagerado dos parafusos que fecham a locomoção podem travar suas engrenagens. Em certos casos é até possível visualizar marcas das engrenagens na parede do fundo da caixa de redução. Caso você não se atente a isso pode correr o risco de queimar seu motor devido à sobrecarga (locomoção travada “puxa” correntes altíssimas). A corrente de pico de motores DC pode chegar a valores superiores à 30 vezes o valor de corrente nominal. Este problema é facilmente resolvido utilizando-se uma arruela de pressão em cada parafuso e trava roscas de torque médio. Essas medidas evitam que o parafuso se solte devido às vibrações e trave a roda. A Figura 14 mostra o exemplo de parafuso e a arruela utilizados para fechar a caixa de redução.

Figura 14. Parafuso e arruela utilizados para fechar a caixa de redução.



As caixas de redução da Banebots P60 já veem com 4 furos roscados em cada lado para fixação. Parece óbvio dizer isso, mas caixas de redução retangulares são excelentes na construção do robô. São muito mais fáceis e práticas de serem colocadas no interior do robô porque não exigem a utilização de suportes para travar os motores.

As primeiras rodas do robô eram Colson Performa 2-1/2" x 1/4" com dureza de 65 Shore A. Estas rodas, em conjunto com o sistema de locomoção do Lycan, apresentaram resultados muito bons. Apesar de tudo, com as rodas de 2-1/2" o robô ficava com os parafusos da traseira a uma distância de aproximadamente 5mm do solo, o que atrapalhava a movimentação do robô visto que sua traseira se chocava constantemente com imperfeições do chão. Assim sendo foram colocadas rodas de 3" x 1/2" da Schioppa. Essas rodas de dureza maior se mostraram piores quando se tratando de tração, porém permitiram que a traseira do robô ficasse a mais de 10mm do chão.

O processo de montagem das rodas no eixo da redução é muito simples. Como as novas da Schioppa eram mais finas do que as antigas tivemos que adicionar espaçadores para travar longitudinalmente as rodas no eixo. Utilizamos para isso alguns espaçadores de polietileno antigos que tínhamos e arruelas. A Figura 15 mostra o processo de montagem das rodas nas caixas de redução e todas as peças utilizadas para isso

Figura 15. Peças para fixação das rodas.



4.ARMAMENTO

Como já mencionado anteriormente uma das diretrizes na construção do Lycan foi construir um robô com um sistema de arma totalmente inovador.

Para o tambor foi escolhido o aço inox 304, pertencente ao grupo cromo-níquel austeníticos. É comum encontrar este tipo de aço com o nome de 18/8 inoxidável, pois possui em sua composição química 18% de cromo e 8% de níquel. O motivo de ter escolhido este material foi a sua disponibilidade, elevada soldabilidade e alta capacidade de endurecimento por deformação, tornando-se parcialmente martensíticos quando encruados. Esta última propriedade foi escolhida pensando nos impactos que o tambor teria com os outros oponentes. As propriedades do aço inox 304 são informadas na Tabela 3. As Figuras 16 e 17 mostram o tarugo de inox adquirido e o tambor originado deste.

Tabela 3. Propriedades mecânicas do aço inox 304.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
Aço inox 304	-	515	205	35	90

Figura 16. Tarugo de inox 304 adquirido para usinagem do tambor.



Figura 17. Tambor após usinagem.



O tambor contém 2 rolamentos 6901 ZZ em cada lado.

Para os dentes foi escolhido o aço AISI 1045 laminado. Este material é muito fácil de ser encontrado e apresenta média soldabilidade. Como iríamos soldar os dentes no tambor era fundamental que ambos os metais apresentassem soldabilidade aceitável. Ressalta-se aqui que a soldagem de duas ligas distintas exige muitas pesquisas, pois pode-se originar problemas após a realização deste processo, tais como:

1. Porosidade;
2. Inclusões de escória;
3. Falta de fusão dos materiais;
4. Corrosão;
5. Falta de penetração;
6. Trincas.

O ideal seria ter feito os dentes de aço AISI 4340, porém devido à baixa soldabilidade desta liga o grupo teve que optar por outro material que fosse soldável e que conseguisse atender as solicitações mecânicas que o robô estaria sujeito. Os dentes foram soldados no tambor através do processo TIG (Tungsten Inert Gas). Neste processo de soldagem á arco elétrico eletrodo de tungstênio e gás inerte – no nosso caso argônio. Utilizamos arame inox 308L para a soldagem.

Os dentes, assim como estrutura e tampas, foram cortados no jato d'água devido à precisão do processo. Dentes, discos ou qualquer parte de robôs utilizados para atacar o adversário são altamente indicados receberem alguma espécie de tratamento térmico. No caso dos dentes de AISI 1045, temperamos as peças com o uso da solda oxiacetilênica. As propriedades mecânicas do aço AISI 1045 são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4. Propriedades mecânicas do aço AISI 1045.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
Aço 1045	-	570	310	16	163

O eixo da arma foi feito em aço AISI 4340 temperado e revenido em 43 HRc. O AISI 4340, liga de aço com cromo-níquel-molibdênio, é um aço para beneficiamento com elevada temperabilidade. Vale ressaltar aqui que o eixo possuía uma tolerância g6 para que o rolamento fosse encaixado. Para atender a este nível de precisão tivemos que comprar uma barra redonda de diâmetro pouco maior do que seria o eixo. Em seguida nós a temperamos e, após o tratamento térmico, enviamos para ser usinada. Apesar de a peça possuir dureza relativamente elevada o trabalho na usinagem não foi difícil. Foi usada pastilha de metal-duro de carboneto de tungstênio com dureza superior a 62 HRc para a usinagem do eixo temperado e revenido. As Figuras 18 e 19 mostram materiais brutos comprados para a usinagem dos dentes e eixo e os materiais já usinados, respectivamente.

Figura 18. Materiais brutos utilizados para a usinagem do eixo e dentes.



Figura 19. Eixo e dentes do robô usinados.



Para as polias foi usado alumínio 6351-T6 devido a sua média resistência mecânica e facilidade de ser encontrado no formato de barras redondas. As propriedades mecânicas da liga de AL 6351-T6 são mostradas na Tabela 5. As polias usinadas são mostradas na Figura 20.

Tabela 5. Propriedades mecânicas do AL 6351-T6.

Liga	Têmpera	Limite de Resistência a Tração (Mpa)	Limite de Escoamento (Mpa)	Alongamento mínimo "50mm" (%)	Dureza Brinell (HB)
AL 6351	T6	290	250	6	95

Figura 20. Polias usinadas em AL.



Se observarem bem verão que as polias utilizadas são lisas. O tipo de correia utilizada foi sincronizada T2,5 – 200 com 6mm de espessura. Decidimos utilizar correias “dentadas” associadas com polias lisas porque em casos de impactos no tambor as correias deslizariam, minimizando os danos que seriam causados no motor da arma. A nomenclatura do modelo da correia significa que ela é do tipo T com passo de 2,5mm e comprimento total de 200mm, o que resulta em uma correia de 80 dentes. Utilizamos 2 correias simultaneamente no robô pois caso uma fosse eventualmente atingida durante o combate, ainda teríamos a outra para movimentar o tambor. A Figura 21 mostra as correias utilizadas.

Figura 21. Correias T2,5 – 200 utilizadas.



O motor utilizado para movimentar o tambor é um sem escovas (brushless) do modelo Turnigy SK3 Fandrive – inrunner 3659 1600 Kv. Tivemos alguns problemas no projeto porque a constante de rotação deste motor era muito elevada e a relação de transmissão de sua polia com a do tambor era baixa. Aconselhamos a utilização de motores de aproximadamente 800 - 1000 kv. É claro isso é apenas uma sugestão, pois a velocidade que escolherão para o motor de vocês dependerá da relação que tiverem nas polias e a quantidade de células de sua bateria. A Figura 22 mostra o motor brushless utilizado no robô Lycan.

Figura 22. Motor brushless utilizado.



5. ELÉTRICA E ELETRÔNICA

Para a eletrônica da locomoção (ESC) resolvemos utilizar o controlador de velocidade Sabertooth 2x12 R/C. Esta placa possui 2 canais, ou seja, é apta a controlar 2 motores DC escovados. A Sabertooth 2x12 R/C consegue fornecer 12 A contínuos por canal, ou 25 A de pico durante poucos segundos. Outros pontos fortes da placa são que possui proteção sobrecorrente, térmica e um BEC chaveado de 5V e 1A incluso. Apesar de termos utilizado no robô, não aconselhamos o uso do BEC da própria placa em tensões altas, procurem utilizar sempre BEC externo. Recomendamos também o uso de silicone ou cola quente nos conectores da SB 2x12 R/C. Isso evita que os fios se soltem ou que pedaços de metais curto-circuitem a placa. A Figura 23 mostra a Sabertooth 2x12 R/C. A Figura 24 mostra a manutenção realizada na eletrônica.

Figura 23. Sabertooth 2x12 R/C.

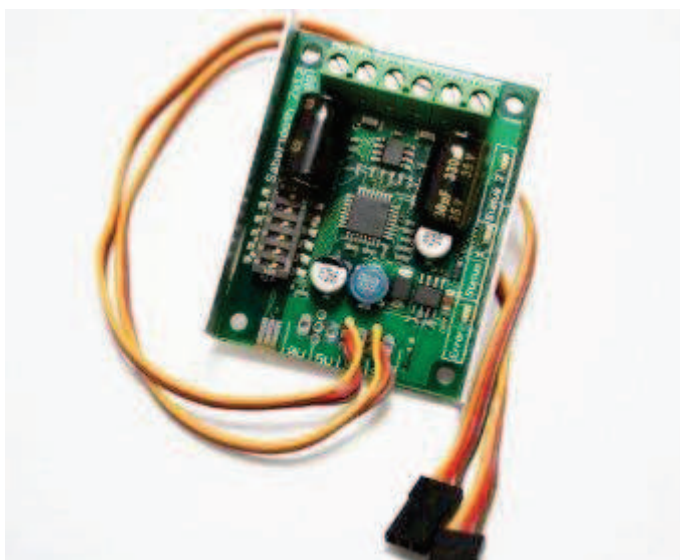


Figura 24. Isolação com cola quente na Sabertooth 2x12 R/C.



Na eletrônica da arma utilizamos a placa controladora de motores brushless (BESC) Turnigy AE-100A. Não tivemos problemas com este BESC e aconselhamos seu uso em outros robôs. A Figura 25 mostra o BESC utilizado.

Figura 25. BESC utilizado no Lycin.



Para a alimentação do robô utilizamos uma bateria de LiPO Turnigy 5S de capacidade 2200 mAh, o que era suficiente para manter o robô funcionando por

aproximadamente 3,5 min. É interessante fixar muito bem a bateria no interior do robô. Nós da Equipe PUCPR de Robótica Móvel costumamos fixar eletrônicas, baterias e receptores com tiras de fita VHB. Outra manutenção imprescindível é isolar os conectores para balanceamento das células da bateria para impedir curtos-circuitos. Baterias de LiPO são altamente explosivas e perigosas e seu manuseio deve ser feito com extremo cuidado. A Figura 26 mostra a bateria utilizada e as Figuras 27 e 28 a manutenção realizada na bateria para proteção do robô.

Figura 26. Bateria LiPO utilizada.



O rádio controle utilizado foi o Hobby King 2.4Ghz 6Ch Tx & Rx V2 (Mode 2). Este transmissor é muito bom, porém deve-se tomar o cuidado de se comprar também o cabo de programação. Sem este cabo você não conseguirá fazer o MIX dos canais de seu rádio transmissor. O Receptor usado foi o HK-T6Av2. A Figura 29 mostra o rádio transmissor e receptor utilizados.

Figura 27. Isolação nos conectores de balanceamento das células.

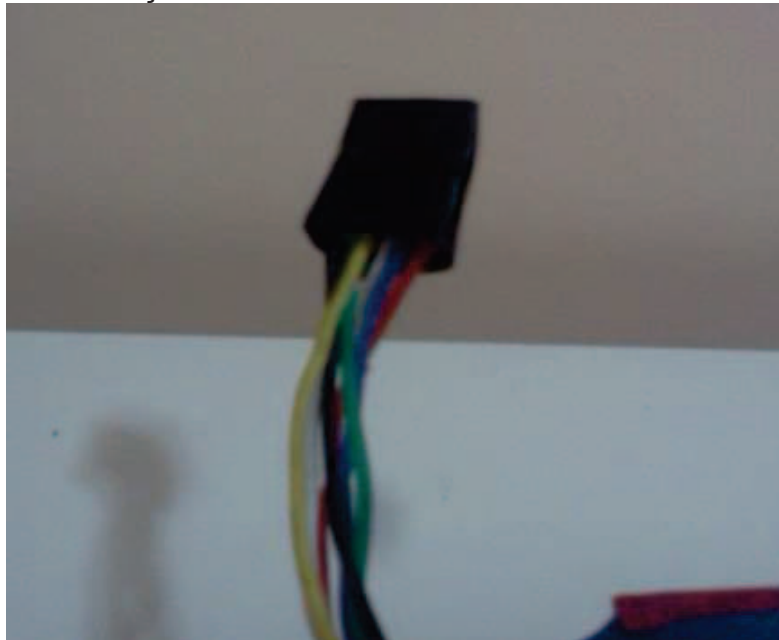


Figura 28. Bateria com fita VHB na parte inferior.

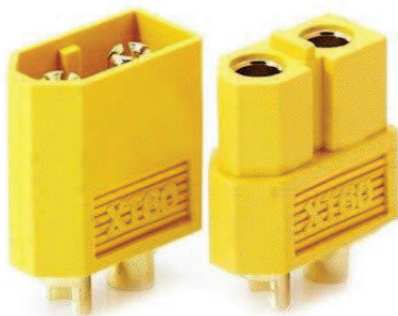


Figura 29. Rádio transmissor e receptor utilizados.



Utilizamos conectores Xt60 para fazer as conexões da alimentação da bateria com os demais sistemas no interior do robô. Este tipo de conector é o que foi adotado como padrão na Equipe PUCPR de Robótica Móvel. Os conectores Xt60 originais aguentam 60A contínuos. A Figura 30 mostra o conector supracitado.

Figura 30. Conectores Xt60.



A disposição da parte eletrônica no interior do robô pode ser visualizada na Figura 31.

Figura 31. Disposição da parte eletrônica no interior do robô.



6.RESULTADOS

Como já informado o robô Lycan competiu na 10ª Edição do Winter Challenge, que aconteceu no ano de 2014 em São Caetano do Sul. Lycan ficou em 12º de um total de 28 robôs que competiram na categoria hobbyweight em 2014. Ficamos satisfeitos com o resultado do robô e, sendo um primeiro projeto, podemos dizer que o projeto atendeu muito bem as nossas expectativas.

Nossa primeira luta foi uma vitória contra o robô Sem Saw da equipe Iron Fists. Gostaríamos de parabenizar a equipe Iron Fists por ter construído o robô. Realmente gostamos de seu projeto.

Logo na segunda luta já encaramos um oponente muito forte: Touro Jr da equipe Riobotz. Após um combate muito emocionante o Lycan perdeu a batalha. Apesar da derrota dentro da arena ganhamos amigos fora dela. Gostaríamos de parabenizar a equipe Riobotz pelo projeto de seu robô. A Figura 32 mostra uma foto nossa com o pessoal da Riobotz.

Figura 32. Lycan vs Touro Jr.





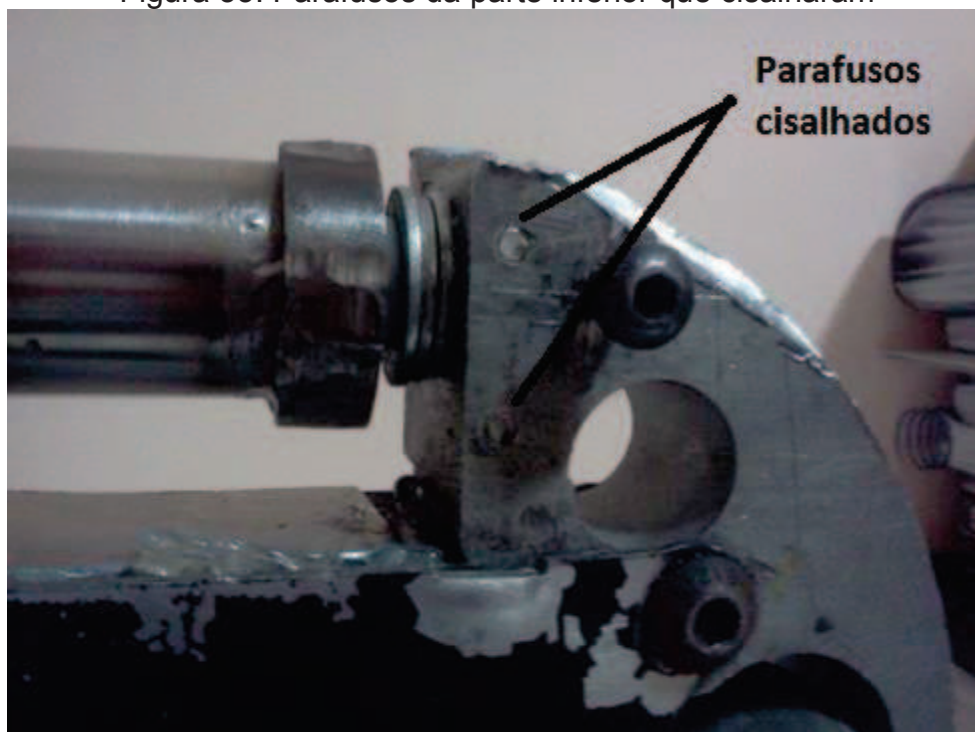
Na terceira luta enfrentamos o Robô Z da equipe CEB. Por problemas de interferência no sinal acabamos perdendo mais esta luta, pondo fim a trajetória do Lycan no WC 10ª edição. Gostamos muito do robô da equipe CEB e esperamos que eles continuem competindo no combate de robôs.

7. MELHORIAS Á SEREM FEITAS

Algumas coisas devem ser melhoradas no projeto robô Lycan para que ele alcance o nível de competitividade requerido na competição.

Primeiramente devemos projetar um novo esquema de apoio frontal. Cada um dos apoios, feitos de aço AISI 5160 como explicado anteriormente, eram presos a estrutura de AL 6061-T6 por 2 parafusos allen M5 de aço inox com cabeça cilíndrica. Apesar de possuírem classe de resistência 12.9 – numeração que significa um mínimo de 1220 MPa de resistência à tração e limite de escoamento correspondente a 90% deste valor (1098 MPa) - os parafusos não aguentaram os choques sofridos na batalha e cisalharam. Isso aconteceu em parte porque a resistência ao cisalhamento de parafusos é muito inferior a sua resistência à tração. A Figura 33 mostra os parafusos cisalhados.

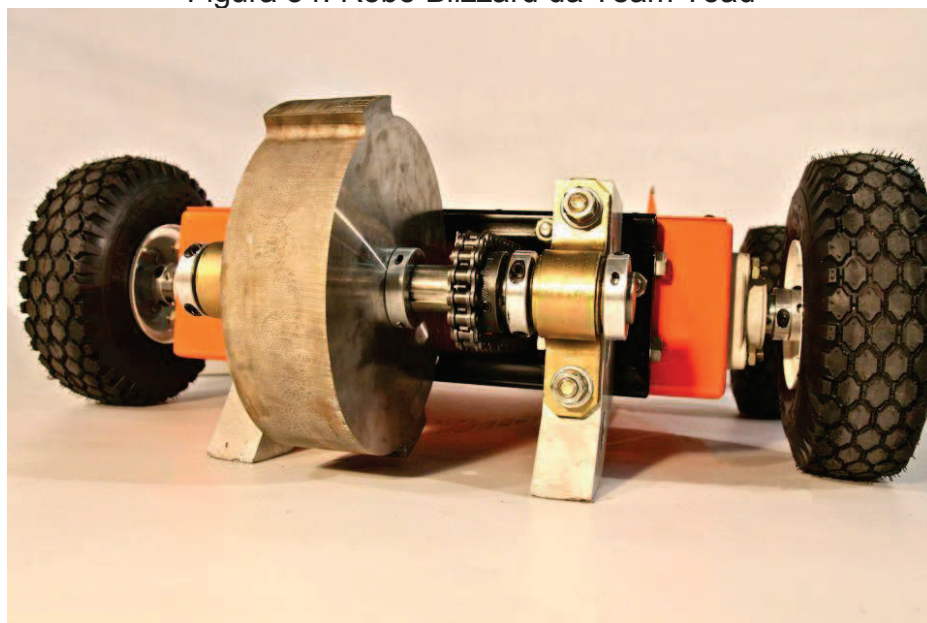
Figura 33. Parafusos da parte inferior que cisalharam



Um método eficiente de construção de apoios seria o utilizado pelo robô Blizzard da Team Toad. Observe na Figura 34 que os parafusos estão posicionados

de forma que recebam apenas esforços normais quando o robô é submetido a choques frontais.

Figura 34. Robô Blizzard da Team Toad



Outro ponto que devemos melhorar no robô é sua arma. Este tipo de arma de vários dentes apresenta vários pontos fracos. Na maior parte das vezes quando Lycan acertava seus adversários apenas 1 ou 2 dentes conseguiam desferir o golpe. Os outros dentes nem chegavam a entrar em contato com o adversário. Isso se deve à dificuldade de desferir ataques perfeitamente frontais quando o robô está em movimento. Analisando os vídeos dos combates percebemos que a maior parte dos ataques que Lycan acertava eram desferidos lateralmente. A Figura 35 exemplifica a situação supracitada. A seta vermelha mostra direção e sentido de aproximação do robô adversário e os dentes que o acertariam são mostrados destacados. Além de tudo enquanto os dentes que acertam o adversário tendem, devido ao impacto, a reduzir a velocidade, os dentes restantes continuam o seu movimento de rotação. Isso causa um torque muito grande no tambor e acreditamos que este tenha sido o motivo por um dos cordões de solda ter estourado.

Figura 35. Esquema de ataque do Lycan



A Figura 36 mostra o cordão de solda estourado. Note que não houve boa penetração desta solda, o que certamente contribuiu para a quebra do cordão.

Figura 36. Cordão de solda quebrado

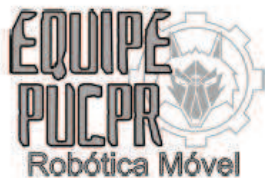


Projetos de tambores melhores envolvem usinagem de uma única peça, como a utilizada no robô Touro Maximus da Riobotz; ou com uma espécie de dente-chaveta, exemplo é o nosso robô Chackal Feather (Figura 37), o qual dissipa a energia do impacto por todo o seu comprimento.

Figura 37. Chackal Feather

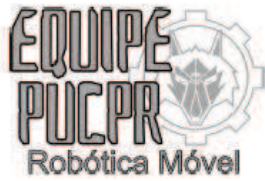


Com certeza ainda existem muitas ideias de mudanças a serem realizadas no robô além destas que consideramos acima. Caso tenham ideias de melhorias para o projeto, por favor, nos digam. Ficaremos muito gratos em ouvir opiniões de outras pessoas.



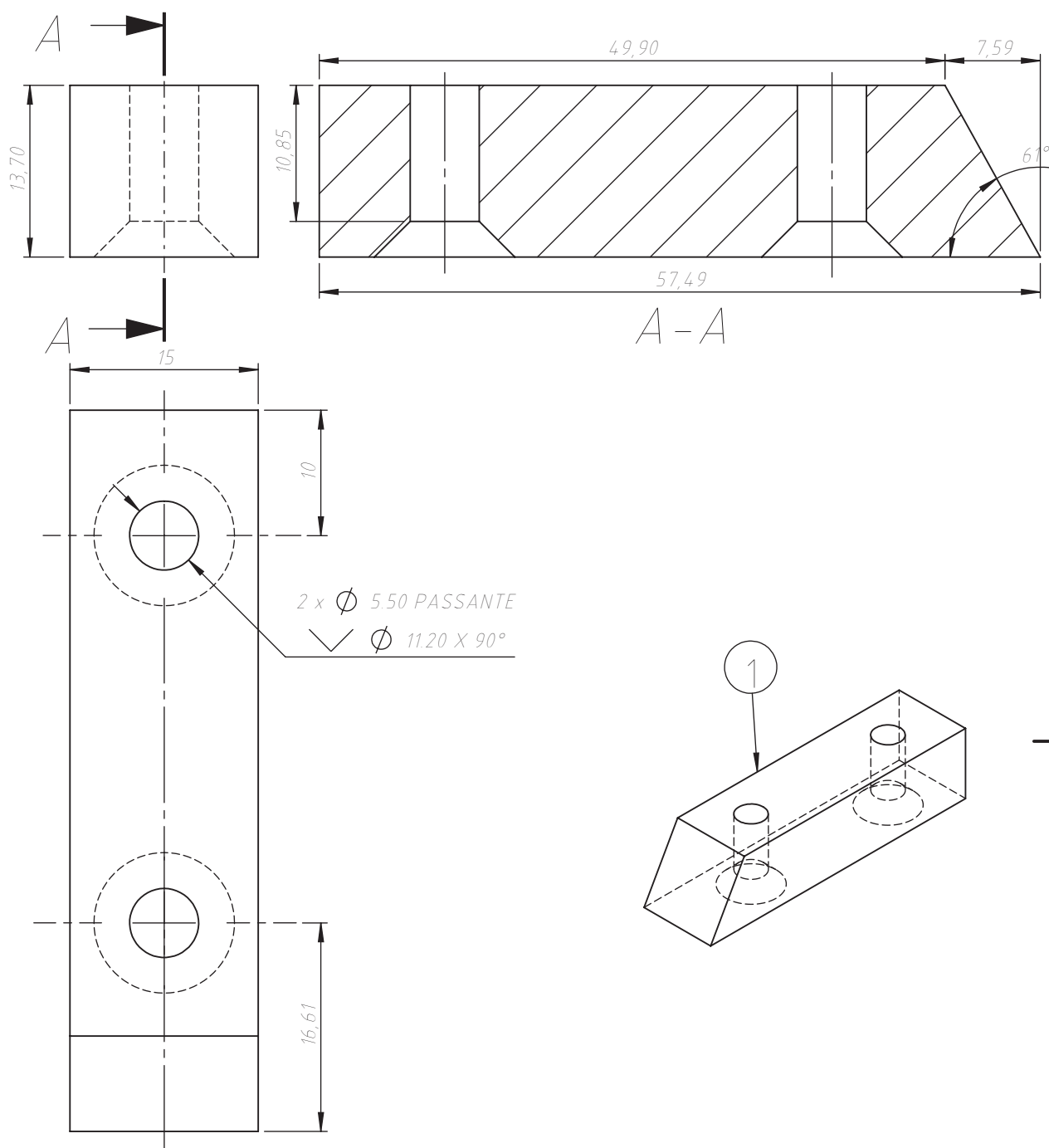
8. ÚLTIMAS PALAVRAS

A experiência que adquirimos ao construir o robô foi incrível. Esperamos sinceramente que este build report tenha esclarecido algumas dúvidas do leitor referentes ao processo de construção de um robô de combate. Por fim, pedimos a gentileza de citar este material devidamente caso usem as informações aqui contidas.



9.ANEXOS

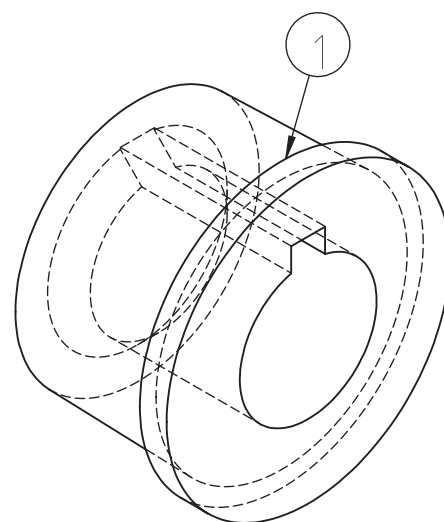
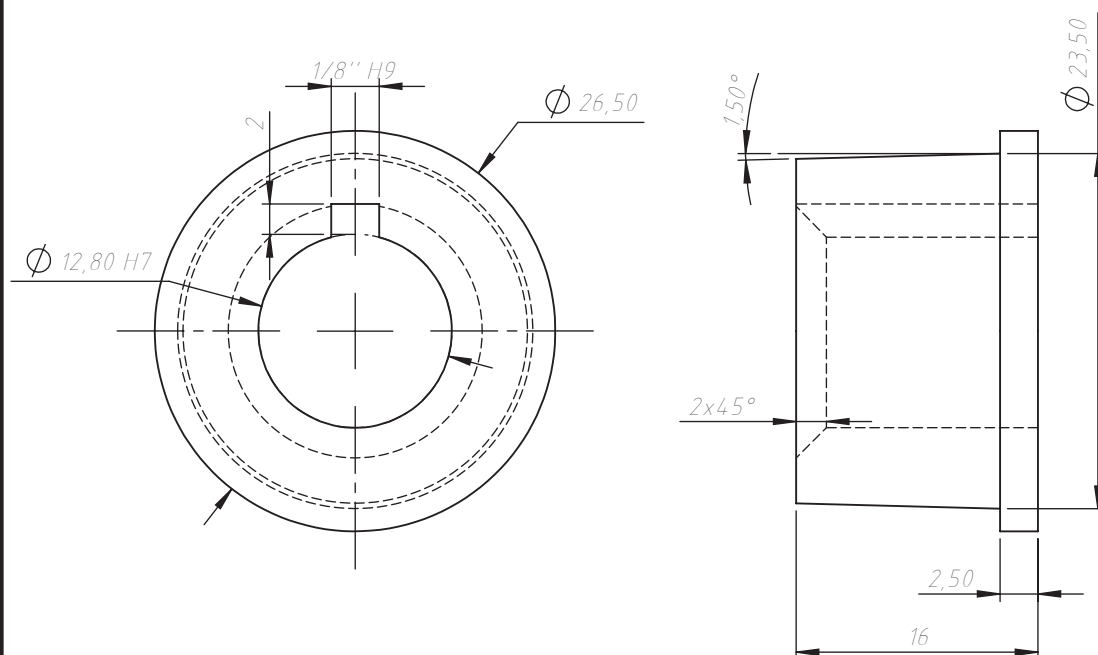
Os anexos abaixo são referentes às peças que enviamos para as empresas para que fossem usinadas. Os desenhos das peças cortadas em jato d'água foram enviadas em formato .dwg. Caso alguém necessite destes desenhos basta entrar em contato com a equipe que os enviamos sem problemas.



1	Anti-Rampa	1	-	AISI/SAE 4340 - 13,7 x 15 x 57,49
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões

Lista de Itens

Título: Anti-Rampa VICTOR Productions					
Observações:		Projetista: Victor Pimentel Rosa	Revisor: Victor Pimentel	Escala: 2:1	
		Assinatura:	Verificação:	Unidade: mm	
		Data: 06/10/13	Data: 09/02/14		
Local: Aryon Niepce da Silva, 120 - Cwb/PR		Nº da Revisão: 01		Folha: 1/1	

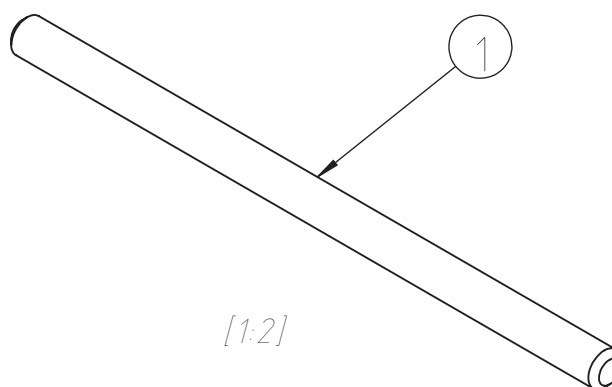
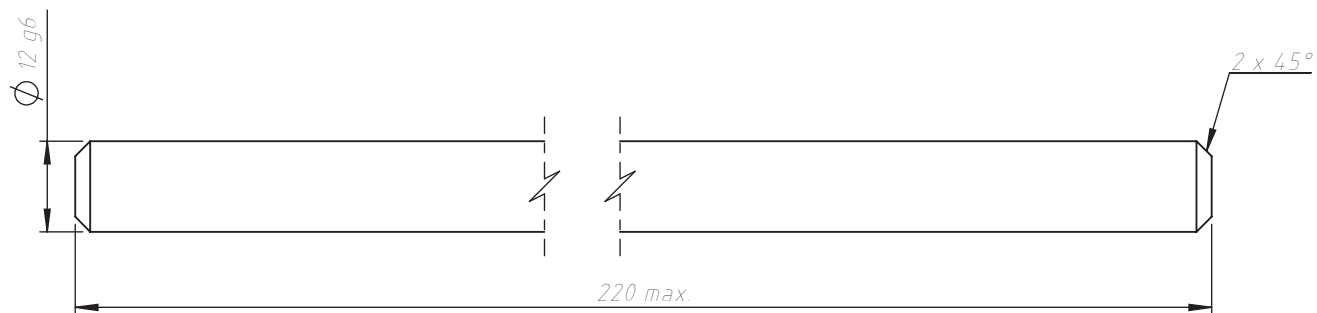


Notas: - Tolerância geral indicada na legenda
- Quantidade: 6

1	Eixo Arma	1	-	AISI/SAE 4340- Φ 12 x 220
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões

Lista de Itens

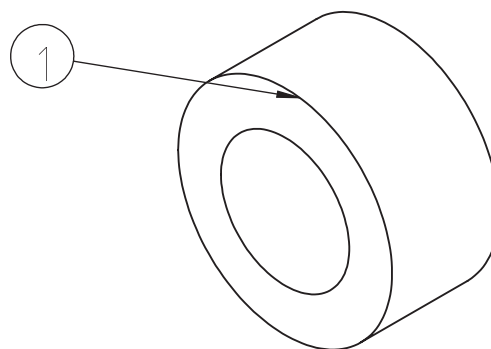
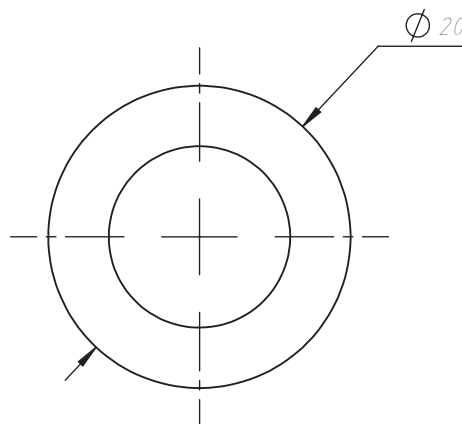
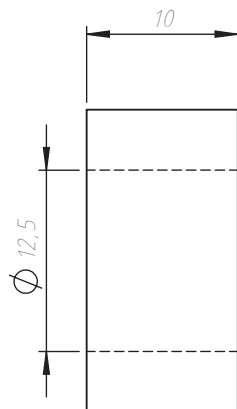
Título: <i>Novo cubo de roda</i>				
	Observações:	Projetista:	Revisor:	
	ISO 2768-f	Victor Pimentel	Victor Pimentel	
		Assinatura:	Verificação:	
		Data:	Data:	Escala:
		22/03/14	30/03/14	2:1
				Unidade:
				mm
	Local:	Nº da Revisão:		Folha:
	Aryon Niepce da Silva, 120- Cwb/PR	01		1/1



1	Eixo Arma	2	-	AISI/SAE 4340- $\phi 12 \times 220$
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões



Lista de Itens

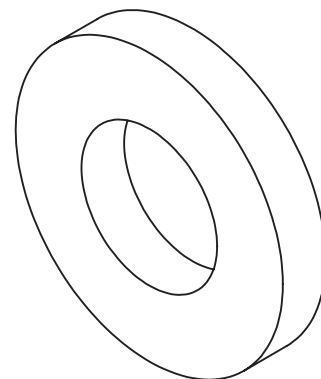
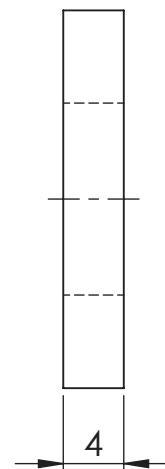
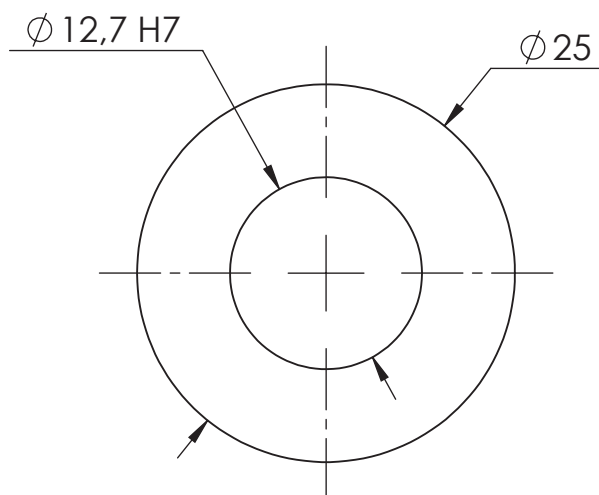
Título: <i>Eixo Arma</i>				
	Observações:	Projetista: <i>Victor Pimentel</i>	Revisor: <i>Victor Pimentel</i>	
		Assinatura:	Verificação:	
		Data: <i>22/03/14</i>	Data: <i>30/03/14</i>	
Robótica Móvel		Local: <i>Aryon Niepce da Silva, 120- Cwb/PR</i>	Nº da Revisão: <i>01</i>	Escala: <i>1:1</i>
				Unidade: <i>mm</i>
				Folha: <i>1/1</i>



1	Espçador do eixo da arma	2	-	UHMW - $\phi 20,5 \times 10$
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões

Lista de Itens

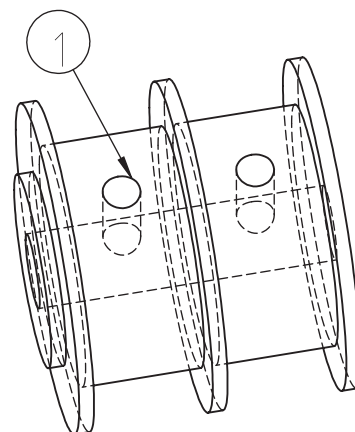
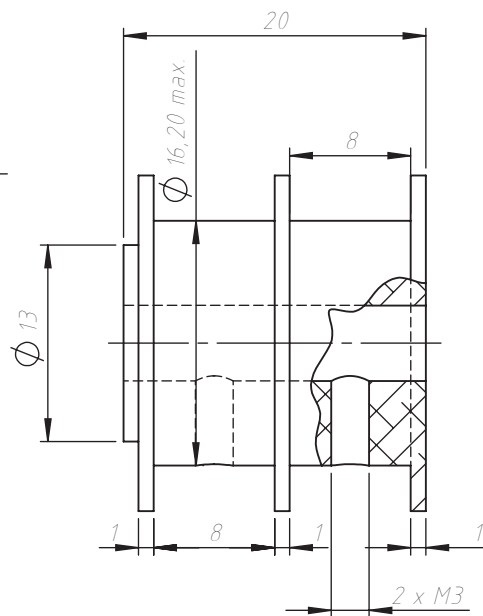
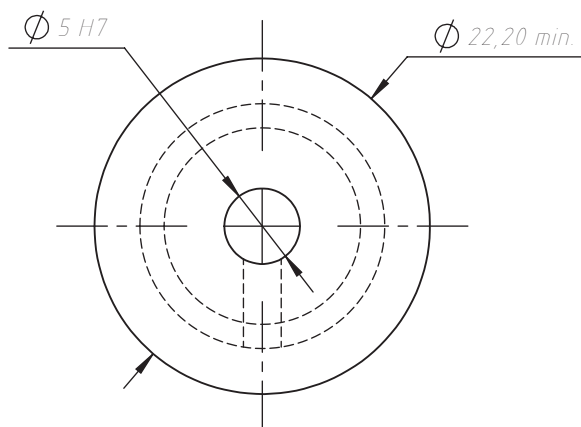
Título: <i>Espaçador do eixo da arma</i>				
 Robótica Móvel	Observações:	Projetista <i>Victor Pimentel</i>	Revisor: <i>Victor Pimentel</i>	
		Assinatura	Verificação:	Escala: <i>2:1</i>
		Data: <i>06/10/13</i>	Data: <i>09/02/14</i>	Unidade: <i>mm</i>
	Local: <i>Aryon Niepce da Silva, 120- Cwb/PR</i>	Nº da Revisão: <i>01</i>	Folha: <i>1/1</i>	



1	Espaçador Rodas	2	-	PP - \varnothing 25 x 4
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões



Lista de Itens

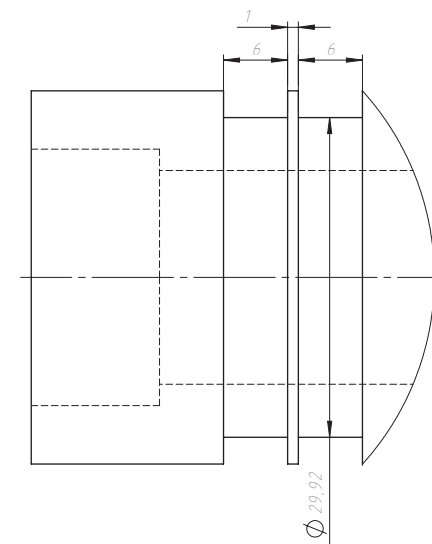
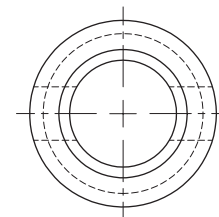
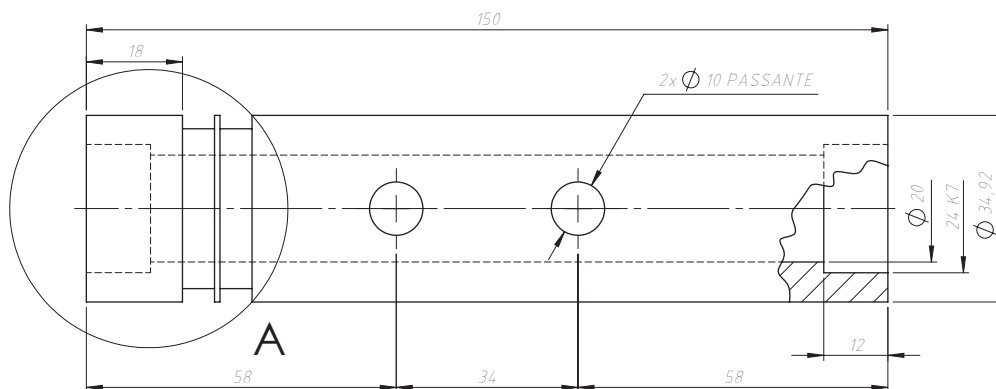
Título: <i>Espaçador Rodas</i>					
	Observações:	Projetista: <i>Victor Pimentel</i>	Revisor: <i>Victor Pimentel</i>	Escala: 1:1	
		Assinatura:	Verificação:	Unidade: mm	
		Data: 11/06/14	Data: 11/06/14	Folha: 1/1	
		Local: R. Imaculada Conceição 1100 Cwb-PR	Nº da Revisão: 01		



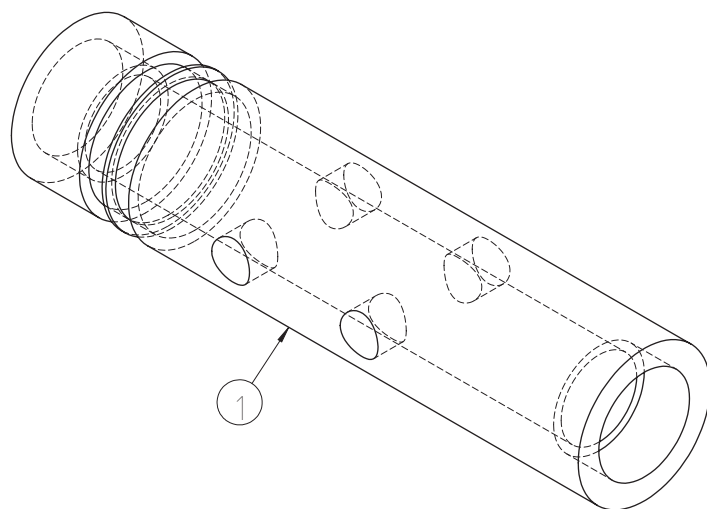
1	Eixo Arma	1	-	AISI/SAE 4340- $\varnothing 12 \times 220$
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões

Lista de Itens

Título: Polia Motor				
	Observações:	Projetista: Victor Pimentel	Revisor: Victor Pimentel	
		Assinatura:	Verificação:	Escala: 2:1
		Data: 22/03/14	Data: 23/03/14	Unidade: mm
	Local: Aryon Niepce da Silva, 120- Cwb/PR		Nº da Revisão: 01	Folha: 1/1



A (2:1)



Nota: O diâmetro externo de 34,92mm corresponde a 1 3/8" e corresponde a peça bruta. Não é necessário usinar a peça para ficar com este diâmetro.

Nota: Fazer chanfros de 15° na entrada dos mancais onde vão os rolamentos.

1	Tambor arma	1	-	Aço inox 304 - Φ 34,92x150
Itens	Denominação	Qtd	Referência	Material e Dimensões

Lista de Itens

Título Tambor arma				
VICTOR Productions		Observações	Projetista Victor Pimentel	Revisor Victor Pimentel
			Assinatura	Verificação
			Data 06/10/13	Data 09/02/14
		Local Aryon Niepe da Silva, 120 - Cwb/PE	Nº da Revisão 01	
			Escala 1:1	
			Unidade mm	
			Folha 1/1	