

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
Seção de Engenharia de Computação / SE 8



Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional

Formalização do Pedido de Parceria com a POUPEX

Orientador: Paulo Fernando Ferreira Rosa

Rio de Janeiro, 2017

Sumário

1	Introdução	4
1.1	Motivação	4
1.2	Objetivo	4
2	Laboratório de Inteligência Computacional e Robótica	4
2.1	Objetivo do laboratório	5
3	Small Size League - SSL	5
3.1	RoboCup e LARC/CBR	7
3.2	O projeto	8
3.2.1	Mecânica	9
3.2.2	Eletrônica	10
3.2.3	Computação	12
3.3	RoboIME nas competições passadas	14
3.4	Próximas Competições	16
4	Standard Educational Kit - SEK	16
4.1	LARC/CBR	16
4.2	O projeto	18
4.2.1	Mecânica	19
4.2.2	Inteligência	19
4.3	Participações na LARC/CBR:	20
4.4	Próximas Competições	21
4.5	Considerações Finais	21
5	Batalha de Robôs	22
5.1	Categoria	22
5.2	O projeto	23
5.2.1	Eletrônica	23
5.2.2	Mecânica	24

5.3	Competições anteriores	25
5.4	Próximas competições	26
6	Robótica aplicada no Exército	26
7	Robótica aplicada no Exército	26
8	Visibilidade da marca POUPEX	27
9	Conclusão	27

1 Introdução

A RoboIME teve início em 2009 a partir de trabalhos de mestrado sobre uso de inteligência para tarefas cooperativas aplicado ao caso de competições de futebol de robôs. Com o crescimento do interesse dos alunos do instituto, esse trabalho foi consolidado em uma iniciativa que vem participando de competições nacionais e internacionais na área de robótica.

O primeiro projeto da RoboIME foi na categoria *Small Size League* (SSL), mas atualmente há três projetos diferentes. Em 2014, a iniciativa teve sua primeira participação na categoria da *IEEE Standard Educational Kits* (SEK) e em 2016 teve o início do projeto na área de batalha de robôs que começou a participar de competições em 2017.

1.1 Motivação

A RoboIME tem cada vez mais obtido destaque nas competições que participa. Mesmo com uma equipe menor em tamanho em relação aos outros, a iniciativa compete igualmente com as melhores equipes brasileiras, como pode ser visto na última RoboCup, onde a RoboIME teve o melhor resultado de uma equipe brasileira dos últimos três anos. Isso mostra a dedicação dos alunos e que a iniciativa tem potencial de se tornar destaque mundial.

1.2 Objetivo

Este documento tem como objetivo apresentar a RoboIME e seus vários projetos, bem como fazer um pedido de parceria.

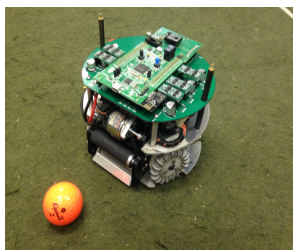
2 Laboratório de Inteligência Computacional e Robótica

O Laboratório de Inteligência Computacional e Robótica fica localizado no Instituto Militar de Engenharia e seu responsável é o Professor Paulo Rosa. A principal ideia do laboratório é providenciar um ambiente de trabalho para os alunos poderem colocar a engenharia em prática. Com essa filosofia, o laboratório torna-se não só um lugar para trabalho, mas

um local de interação com alunos de outros anos dispostos a compartilhar conhecimento.

Além do alto nível técnico necessário para desempenhar as tarefas de pesquisa, o aluno exerce funções de comando dentro do grupo, vivendo no dia-a-dia da pesquisa o valor do espírito de corpo, e demais atributos da área afetiva.

Atualmente o laboratório conta com 29 alunos de graduação, sendo 19 militares e 10 civis, e com 10 alunos da pós-graduação. Estes alunos estão envolvidos em diversos projetos:



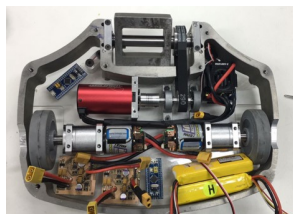
(a) Futebol de robôs



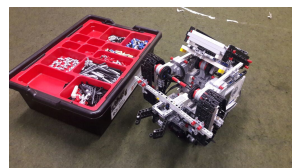
(b) Veículos Aéreos Não Tripulados



(c) Domótica



(d) Batalha de Robôs



(e) SEK

Figura 1: Projetos do laboratório.

2.1 Objetivo do laboratório

O objetivo do laboratório é incentivar o aprendizado e a pesquisa em robótica entre os alunos de graduação e de pós-graduação.

3 Small Size League - SSL

A SSL consiste basicamente em uma partida de futebol entre duas equipes de no máximo seis robôs completamente autônomos. Os robôs são cilíndricos e são obrigados a terem no

máximo 180mm de diâmetro. Segundo a RoboCup, competição que organiza a categoria, a SSL:

"A competição foca no problema entre cooperação entre multi-agentes inteligentes e o controle dos mesmos em um ambiente altamente dinâmico com um sistema híbrido centralizado/distribuído."

Ou seja, deseja-se estudar o desenvolvimento de uma inteligência artificial em um ambiente que muda constantemente, juntamente com o controle, que deve ser muito preciso. Para isso, foi escolhido um dos esportes populares do mundo: o futebol.

Durante a partida, figura 2, quatro câmeras localizadas acima do campo mandam dados do campo para os computadores das duas equipes, figura 3. Estes então realizam a tomada de decisão do que cada robô deve fazer e enviam os comandos para os robôs. Isso ocorre com uma frequência de cerca de 60 quadros por segundo, ou seja, eficiência é fundamental.

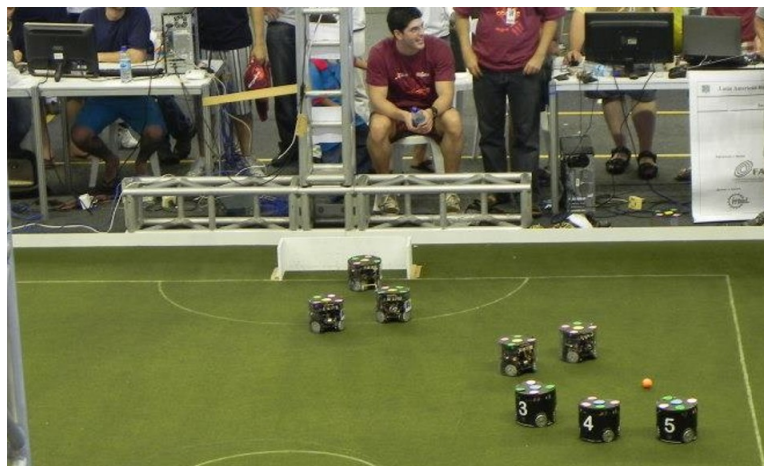


Figura 2: Partida da categoria SSL

A SSL conta hoje com 14 alunos total, sendo oito militares e seis civis. Com nove alunos no profissional, entre os cursos de computação, eletrônica e mecânica, e cinco no ciclo básico. Destes 14, sete representaram a equipe juntamente com o professor na última RoboCup, sediada no Japão, figura 4.

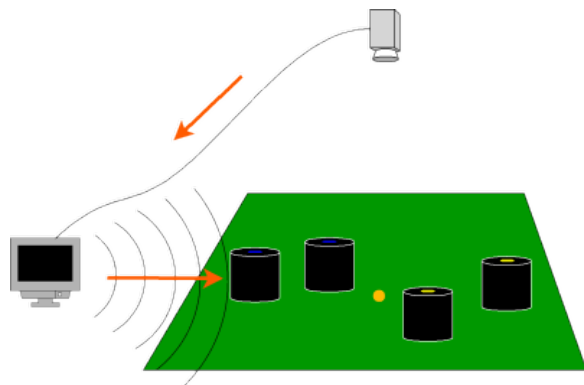


Figura 3: Representação de como é o envio de dados para as inteligências das equipes



Figura 4: Equipe na RoboCup 2017, em Nagóia, Japão

3.1 RoboCup e LARC/CBR

A RoboCup é uma das principais competições de robótica do mundo, tendo um grande foco acadêmico e de entretenimento. Ela foi criada em 1997, com os pesquisadores de inteligência artificial buscando novos desafios após as pesquisas envolvendo jogos de xadrez. Eles encontraram no cenário do futebol e da robótica o ambiente perfeito para o que almejavam: uma plataforma que ao mesmo tempo fosse interessante ao público e que também tivesse ampla aplicação em pesquisa.

O objetivo motor de toda a RoboCup é ter um time de robôs humanoides autônomos capaz de vencer o então campeão mundial da FIFA em um amistoso em 2050. Para isso, ela

criou diversas categorias, onde cada uma cuida de um aspecto diferente da robótica. A SSL já foi citada acima, mas existem as ligas humanóides, que focam em controlar um robô com duas pernas, por exemplo.

Com o tempo, foram sendo criadas outras competições dentro da RoboCup, como o RoboCup@Home, que busca desenvolver robôs aplicados a utilização dentro do lar. Vê-se que a RoboCup sempre mantém atrelada à pesquisa de ponta uma aplicação extremamente prática, consequência direta de ter raízes nos laboratórios de engenharia de diversos países.

A Competição Brasileira de Robótica, juntamente com a Latin American Robotics Competition (LARC/CBR) tem o mesmo núcleo de categorias que a RoboCup, porém com apenas competidores do cenário latino-americano.

3.2 O projeto

A SSL, como visto já dito, foca tanto nas pesquisas de inteligências artificiais quanto no controle de um robô real, tendo, portanto, uma característica única de agregar as áreas de computação, eletrônica e mecânica. As três áreas precisam funcionar em extrema sintonia para que se tenha uma equipe coordenada, necessitando não só que o aluno de uma área conheça muito bem o seu projeto, como também entenda como ele influencia e é influenciado pelas demais áreas. A figura 5 mostra o fluxo de dados, comandos e as relações entre os três projetos.

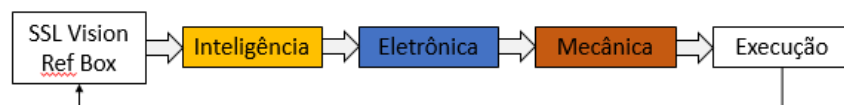


Figura 5: Relação geral do relacionamento entre os projetos da equipe

O projeto é extremamente complexo e 100% feito por alunos, sendo uma ótima oportunidade para os alunos lidarem com um projeto real de engenharia, onde conhecimento é só uma ferramenta necessária para a resolução do problema. Sendo as outras, trabalho em equipe e bom gerenciamento.

Somado a isso, para se realizar um bom projeto, são não só aplicados conceitos aprendidos

em sala de aula, como também aprendidos alguns assuntos não vistos em nossos cursos, tornando a formação dos alunos ainda mais completa e contribuindo para a manutenção do alto padrão esperado pelos engenheiros do IME.

A figura 6 mostra o robô usado na RoboCup 2017.

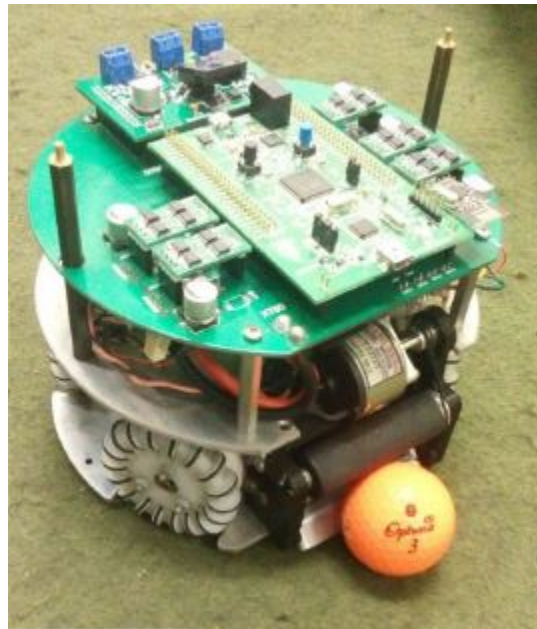


Figura 6: Robô versão 2016/2017

3.2.1 Mecânica

O projeto mecânico consiste no estudo, projeto e fabricação das peças mecânicas do robô. Os alunos participantes do projeto mecânico estudam como desenhar as peças, utilizando CAD, e também como fabricá-las, com o CAM, além de aplicar diversos conceitos relacionados à múltiplos esforços e a resistências dos materiais. Tais conhecimentos essenciais para a formação de um engenheiro mecânico de alto nível.

A mecânica tem principalmente três preocupações: a primeira é a estruturação da eletrônica, esta deve ficar apoiada de forma que os fios e o resto do robô não sejam atrapalhados. A segunda se refere às rodas, figura 7a. Estas são omnidirecionais, ou seja, permitem que o robô se mova em qualquer direção, extremamente vantajoso para essa categoria. A forma como elas são distribuídas também afeta a velocidade do robô. No projeto RoboIME, elas

foram colocadas de forma que ele fique mais rápido andando para frente que para os lados. Finalmente, a terceira se refere ao sistema de chute + drible. O chute, figura 7b, consiste em dois solenóides que, quando descarregados movem um êmbolo que acerta a bola, fazendo o robô "chutar" alto ou rasteiro, dependendo do comando recebido. O drible, 7c é encarregado de manter a bola à frente do chute, permitindo um domínio maior de bola e facilitando o passe de bola.

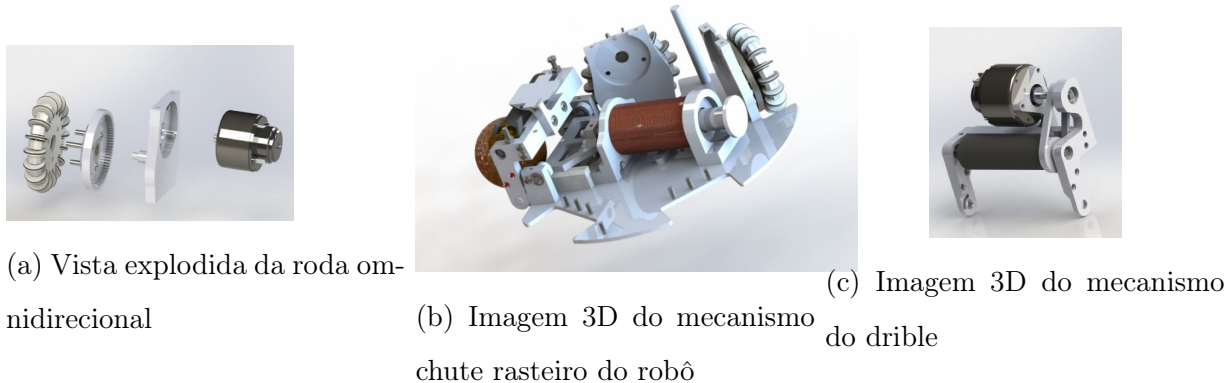


Figura 7: Modelos 3D de projetos específicos da mecânica

Os alunos da mecânica têm experiência em primeira mão quanto a desenho e a usinagem das peças, pois, devido a parceria com a Indústria de Material Bélico (IMBEL), os alunos acompanham a fabricação de suas peças e aprendem como melhorar seus desenhos, já pensando em maneiras mais otimizadas de fabricá-los, mostrando uma maturidade intelectual em engenharia acima do padrão. Como métodos de produção, a SSL usa corte com jato d'água, fresadoras CNC, impressoras 3D e outros equipamentos.

A figura 8 mostra o modelo 3D das peças mecânicas do robô já completo.

3.2.2 Eletrônica

O projeto eletrônico recebe os comandos da inteligência, os interpreta e executa. Um dos desafios do projeto eletrônico é tornar o robô preciso, ou seja, projetar um robô que faça o movimento tal qual foi planejado pela inteligência.

A eletrônica na SSL tem quatro vertentes principais: a elaboração do código embarcado, o firmware, o desenvolvimento das placas usadas nos robôs e o controle do robô.

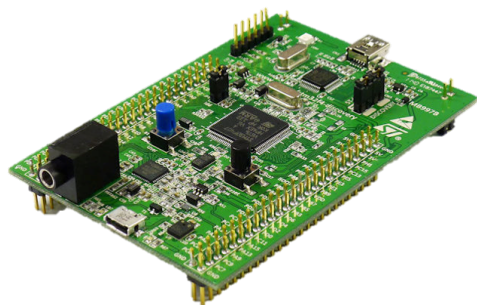


Figura 8: Modelo 3D das partes mecânicas do robô completo

O firmware, ou software embarcado, é responsável pelas funcionalidades básicas do sistema. Ele processa todas as informações que chegam do computador da inteligência, além de enviar de volta para a IA dados obtidos pelo próprio robô e realizar o controle das velocidades de cada roda. Para processamento de todos esses dados, é utilizada a placa STM32F4 Discovery (figura 9a) com o microcontrolador ARM Cortex - M4. A placa é programada em linguagem C++, permitindo que o projeto escale bastante, mas mantendo uma abstração lógica essencial. Devido a essa abstração, o firmware é uma ótima plataforma para o desenvolvimento atual e futuro da eletrônica da SSL.

As placas dos robôs, figura 9b, são projetadas em duas etapas, na primeira, são feitos os esquemáticos do circuito. A segunda, é o layout da placa, que é feito tendo como base o esquemático feito na etapa anterior. Para fazer uma placa eficiente, é necessário saber as correntes que passarão pelas trilhas, para definir suas larguras, os tamanhos dos componentes, suas propriedades e outros conceitos. Na SSL, os alunos produzem três placas diferentes no robô: a placa-mãe, os módulos de motor e o módulo de chute. A placa mãe interliga todas as placas entre si. O módulo de motor permite que cada motor gire para os dois sentidos e com uma boa precisão. Finalmente, o módulo de chute é responsável por carregar os capacitores que realizam o chute e descarregá-los quando acionada.

Finalmente, para o controle do robô, são usadas duas camadas de controle. A primeira é



(a) Placa STM32F4 Discovery



(b) Foto com todas as placas à mostra: a placa mãe, os cinco módulos de motor, o módulo de chute, a Discovery e placa de comunicação

Figura 9: Placas usadas na eletrônicas

para o robô como um todo. Deseja-se que o robô tenha uma velocidade em relação ao campo, então realiza-se um controle Proporcional-Integrativo-Derivativo (PID) de sua velocidade. Dada a velocidade instantânea do robô, uma transformação linear fornece as velocidades que os quatro motores devem ter. Em seguida, é feito o controle PID das velocidades dos quatro motores. Essas duas malhas juntas fornecem uma confiabilidade aos dados muito maior durante o jogo, permitindo fazer jogadas que outras equipes não conseguem.

3.2.3 Computação

Na área da computação, os alunos participam do desenvolvimento do *software* responsável pela interpretação dos dados do jogo e pela tomada de decisões.

Primeiro, os dados da visão e do juiz chegam ao *software* e são processados para garantir que não haja nenhuma possível interpretação dupla, como por exemplo, duas bolas no campo. Com esses dados são definidos o estado do jogo e o estado do juiz. Essa classificação permite escolher qual será a personalidade de cada robô (se atuará na defesa ou no ataque, por exemplo) e também o que ele deve fazer. Feito essas escolhas, elas passam por um algoritmo de controle para calcular a trajetória do robô para que ele consiga chegar ao seu destino

final e depois são enviadas para o robô. Esta comunicação é de duas-vias, pois pode-se usar informações adquiridas pelo próprios robôs para obter melhores comandos. A figura 10 ilustra o funcionamento dessa arquitetura.

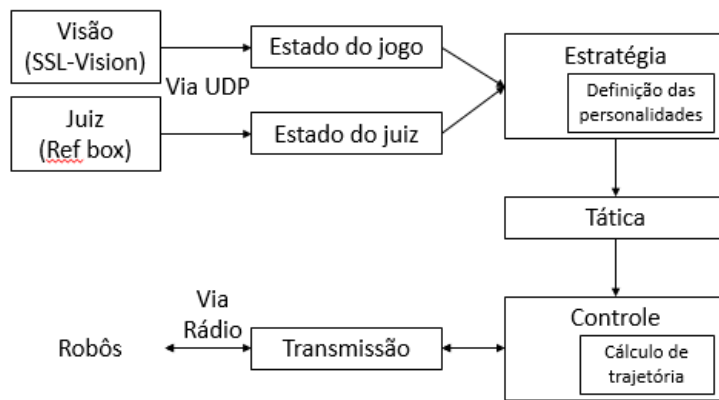


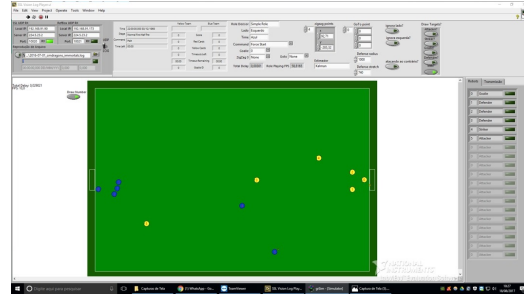
Figura 10: Fluxograma do projeto computacional

Atualmente, a inteligência conta com quatro personalidades: atacante, defensor, goleiro e centroavante. O goleiro fica posicionado na área do gol, alinhado com a bola e o centro do gol. Os defensores formam uma muralha em frente ao gol, impedindo ainda mais a bola a chegar no gol. O atacante vai atrás da bola, sempre com a intenção de chutá-la para o gol inimigo. O centroavante fica posicionado um pouco atrás do atacante. Todas as personalidades são escolhidas dinamicamente devido à certos parâmetros pre-definidos para facilitar a fluidez do jogo e melhorar a estratégia. Um exemplo disso é o centroavante, que fica posicionado atrás do atacante, mas quando a bola chega mais perto dele, ele torna-se atacante e vai atrás da bola.

A maior dificuldade da inteligência atualmente é decidir quais algoritmos de jogadas são mais eficientes. Para realizar essa escolha, a nova ideia a ser analisada é desenvolvida separadamente da inteligência oficialmente utilizada e quando finalizada, as duas são colocadas para jogar uma contra a outra para que um estudo mais profundo seja feito de cada uma. Assim, fica mais claro quais são as vantagens e desvantagens de cada algoritmo.



(a) Janela da simulação do jogo



(b) Janela do software de programação - Lab-View

Figura 11: Softwares usados para o desenvolvimento da inteligência

3.3 RoboIME nas competições passadas

Amistosos:

- 2014 - International Robotics Tournament North Cyprus - Near East University

Participações na LARC/CBR:

- 2010 - São Bernardo do Campo
- **2011 - São João Del Rei (Segundo lugar)**
- **2012 - Fortaleza (Segundo lugar)**
- 2014 - São Carlos (Quarto lugar)
- 2016 - Recife

Participações na RoboCUP:

- 2012 - Mexico City (MEX)
- 2013 - Eindhoven (HOL)
- 2014 - João Pessoa (BRA)
- **2017 - Nagoya (JPN)**



(a) CBR/LARC 2011 (São João Del Rei)



(b) CBR/LARC (Fortaleza) e RoboCup 2012 (México)



(c) RoboCup 2013 (Holanda)



(d) CBR/LARC (São Carlos) e RoboCup 2014 (João Pessoa)



(e) CBR/LARC 2016 (Recife)

Figura 12: Competições 2011 a 2016



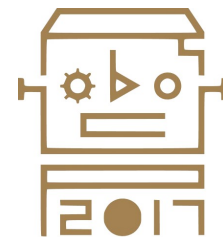
(a) RoboCup 2012



(b) RoboCup 2013



(c) RoboCup 2014



RoboCup 2017
Nagoya Japan

(d) Robocup 2017

Figura 13: RoboCups que a RoboIME participou



Figura 14: Equipe após um gol na RoboCup 2017, em Nagóia, Japão

Destaques:

- Segundos lugares lugar na CBR/LARC 2011 e 2012.
- Robocup Nagoya 2017: Melhor resultado de uma equipe brasileira nos últimos 3 anos.

3.4 Próximas Competições

LARC/CBR 2017: Curitiba

Robocup 2018: Canadá, Montréal

4 Standard Educational Kit - SEK

A SEK conta hoje com seis alunos total, sendo quatro militares e dois civis. Com dois alunos no profissional, no curso de eletrônica, e quatro no ciclo básico. Destes, parte representou a equipe na competição LARC/CBR 2016, em Recife figura 15.

4.1 LARC/CBR

A categoria IEEE SEK propõe diferentes problemáticas com temas variáveis a cada edição, que desafiam, cada um de maneira única, a capacidade de encontrar soluções criati-



Figura 15: Equipe na LARC 2016, em Recife

vas e viáveis para situações e dificuldades presentes no cotidiano. Isso nada mais é do que o cerne de engenharia como um todo, sendo, portanto, de extrema importância que alunos de um curso de graduação tenham contato com projetos como esses.

Por exemplo, para a competição do ano de 2017, foi designada uma tarefa que consiste em utilizar o robô como um carro autônomo, que deve buscar os bonecos, representando as pessoas, em uma cidade pré-definida. No contexto, o robô partirá da entrada da cidade e deverá pegar os bonecos, que estarão em locais bem definidos no percurso até a praça, onde serão deixados para um concerto.

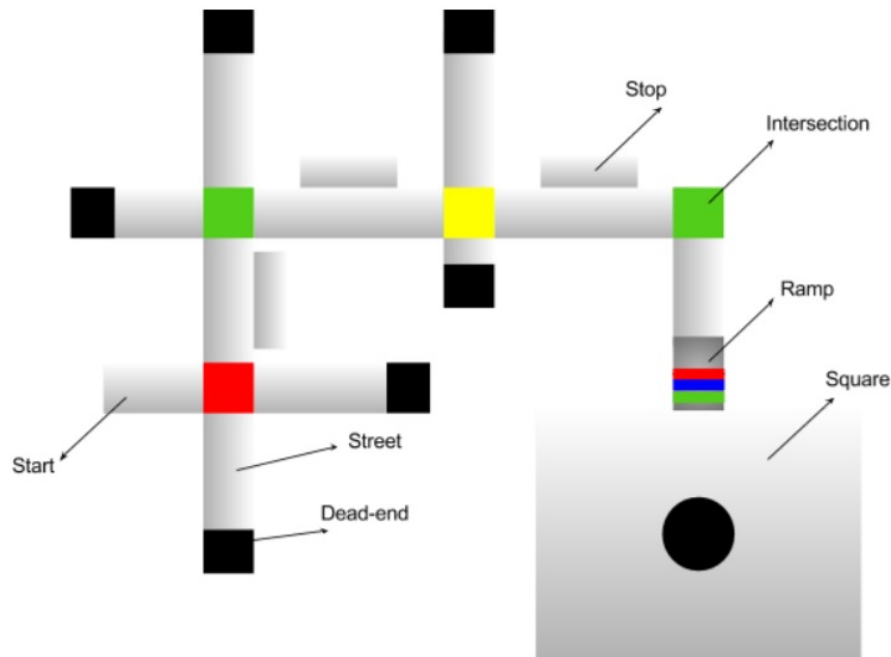
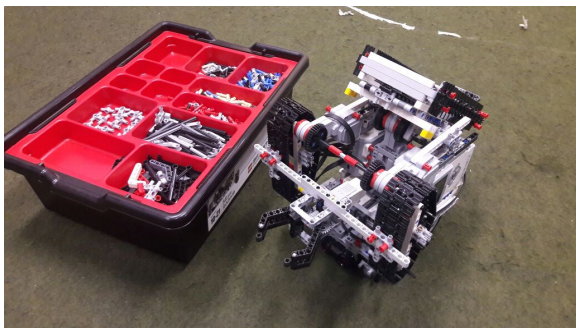


Figura 16: Esquema demonstrativo da arena da competição

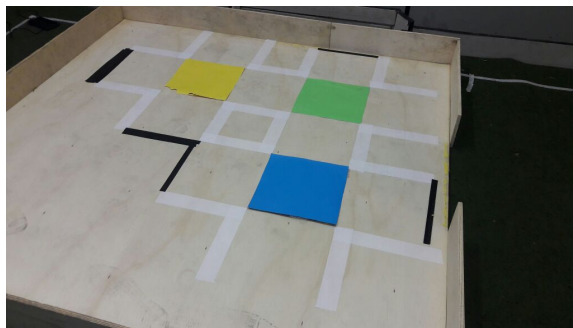
4.2 O projeto

O projeto se dará com a divisão da equipe em duas áreas: mecânica e inteligência, que serão explicadas nas próximas seções. Todos os membros estão cientes do desenvolvimento das tarefas de todas as áreas, através de uma ferramenta de gerenciamento de projetos chamada Redmine, que contém prazos de entrega, calendários, gráficos de Gantt e organização de tarefas ou prazos.

O robô é construído utilizando peças dos kits Lego Mindstorms EV3 e Lego Mindstorms EV3 Education. Para a fase de testes é utilizada uma arena construída no IME, de acordo com as especificações da competição.



(a) Robô e kit LEGO



(b) Arena de treino

Figura 17: Robô e arena da equipe

4.2.1 Mecânica

A parte da mecânica é baseada em estudar, projetar e otimizar a utilização das peças na montagem do robô. O projeto mecânico é bastante dinâmico, visto que varia conforme a demanda da competição, que difere ano a ano. Como vantagem, as peças sempre serão as mesmas, pois a equipe utiliza os kits da LEGO, os mesmos utilizados pelas equipes dos Colégio Militares, mesmo havendo uma limitação devido a quantidade de kits da equipe.

Os alunos participantes da mecânica estudam projetos que envolvem tipos diferentes de locomoção e montagem de estruturas que auxiliem no desafio, por exemplo: esteiras, garras, caçambas e elevadores. São adquiridos conhecimentos sobre mecânica associada à dinâmica da rotação e sobre LabVIEW para testes na movimentação do robô.

4.2.2 Inteligência

A inteligência é a parte relacionada principalmente à estratégia e à programação do software para sua correta execução. Correlaciona-se, desse modo, intensivamente com cursos de engenharia diversos, os quais têm a programação em software como parte integrante do curso, como a engenharia de computação.

Para a inteligência, o desafio desse ano propõe diversas ideias muito importantes para o desenvolvimento tecnológico moderno, como automação e machine learning. Deve-se criar uma inteligência artificial, para que robô aprenda com suas tentativas e decida por uma rota otimizada para o seu trajeto em cada viagem para a praça central. Os conceito de como

pensar, como agir, o que fazer e como fazer aplicados em cada situação nova que aparecer, isso tudo é o que constitui o principal desafio para a equipe de Inteligência nessa competição.

Em um problema conceitualmente simples, tem-se vários temas de extrema relevância e empregabilidade no mundo atual, exercitando, ainda, a lógica e criatividade essenciais ao engenheiro moderno.

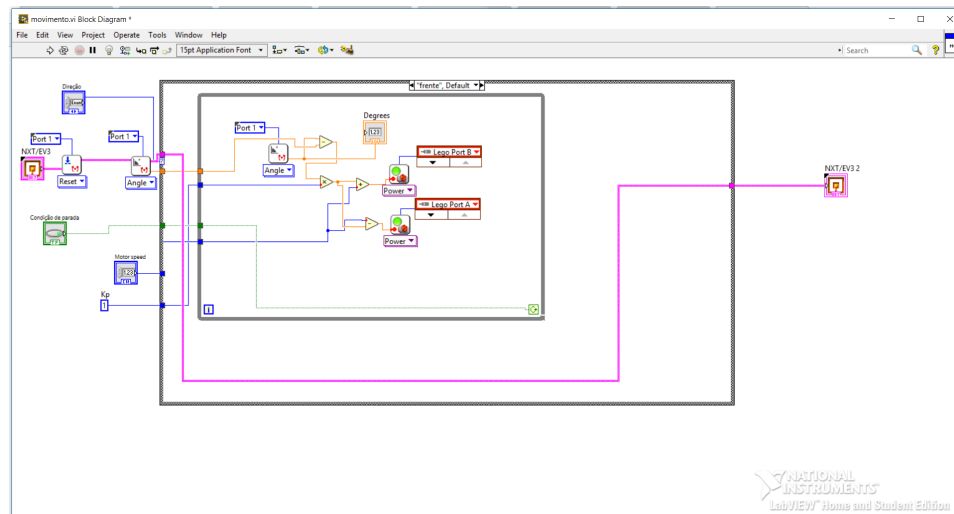


Figura 18: Exemplo de um dos programas em LabView a serem utilizados para a competição de 2017

4.3 Participações na LARC/CBR:

- 2014 - São Carlos

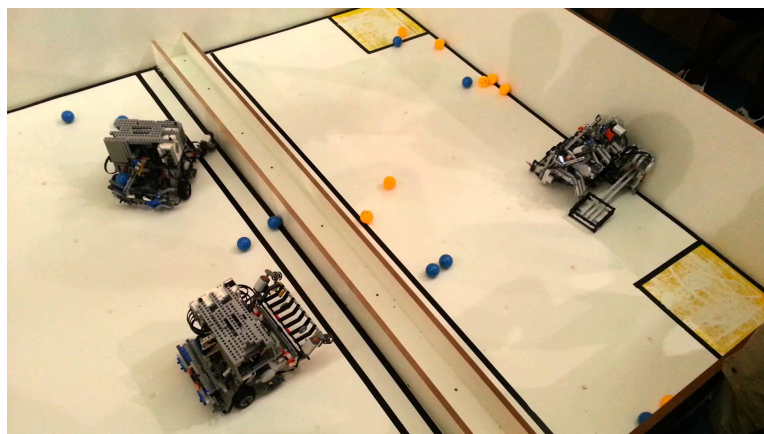


Figura 19: Competição 2014

- 2016 - Recife (Quinto lugar das 13 equipes participantes)



Figura 20: Competição 2016

É importante notar que a competição envolveu a participação de outros países como competidores, tais como: Peru, México e Uruguai.

4.4 Próximas Competições

LARC/CBR 2017: Curitiba

4.5 Considerações Finais

Para que tudo isso possa ser feito de maneira adequada, são necessários diversos recursos na forma de licenciamento de uso de plataformas de programação (como o LabView) e gerenciamento (como o Redmine), kits de montagem e confecção de peças da parte mecânica, inscrições para as competições, assim como viagens para as respectivas localidades, estadia e alimentação, dentre diversos outros fatores.



Figura 21: Equipe do Batalha de Robôs na Winter Challenge XIII

5 Batalha de Robôs

O Batalha de Robôs é o mais novo projeto da RoboIME, de modo que todo o seu desenvolvimento desenrolou-se a partir do propósito e da competência de seus sete membros militares e um aluno civil. Dentre os alunos, dois militares estão no profissional, nos cursos de eletrônica e mecânica, e os demais estão no ciclo básico, figura 21.

5.1 Categoria

O Batalha de Robôs é um projeto extremamente desafiador: a ideia é criar robôs de combate para destruir os oponentes, numa arena fechada de aproximadamente 9m x 9m x 3m. Dessa forma, é necessário garantir a eficiência e a robustez do projeto, sempre tomando como base os exaustivos testes de desenvolvimento da estrutura mecânica e da eletrônica embarcada, ao mesmo tempo em que são ajustados todos os parâmetros do software.

5.2 O projeto

O Batalha de Robôs é composto por duas grandes áreas, a mecânica e a eletrônica. Sendo esta composta pela parte do hardware e do firmware.

5.2.1 Eletrônica

A *eletrônica* embarcada da locomoção do robô *Sanhaço* foi totalmente projetada e implementada pelos alunos de graduação do IME. O sistema de locomoção conta com um circuito controlador de motor (*Morpheus V*) para cada roda, integrada a um *Arduino Nano*, que controla os circuitos de potência. Durante a *Winter Challenge XIII* o sistema eletrônico se comportou como o esperado, como previsto nos testes de software.

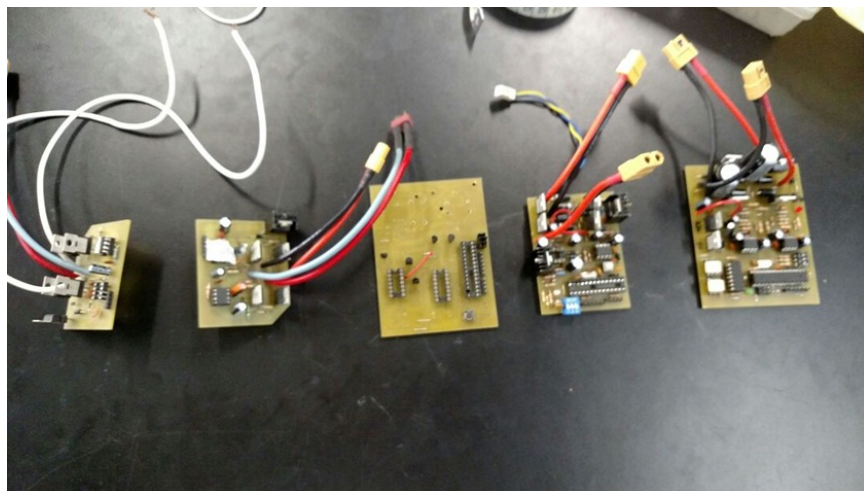


Figura 22: Evolução do circuito controlador de motor. À direita, os controladores *Morpheus III* e *IV*. O circuito *Morpheus V* não está mostrado.

Para o acionamento do motor da arma, foi usado um *Brushless ESC (Electronic Speed Controller)* comercial de alta potência, o que garante alto torque e baixo tempo de resposta no acionamento da arma rotativa do robô. O ESC utilizado foi o *X-Car Beast Series 120 A*.

O firmware que foi programado em um *Arduino Nano* foi projetado e codificado com base nas necessidades do *Sanhaço*. O software embarcado precisa interagir com um IC receptor de controle remoto, com os dois controladores da locomoção e com o controlador da arma, ao mesmo tempo mantendo um comportamento de forma a atender às normas de



Figura 23: Brushless ESC para controlar o motor da arma

segurança estabelecidas pelo evento. Foi escolhida a linguagem C devido a sua robustez e performance em sistemas embarcados, além da qualidade das ferramentas presentes para o desenvolvimento para a plataforma AVR, da qual o Arduino faz parte. Antes de ser enviado ao robô para testes, o software é revisto várias vezes para garantir que esteja teoricamente correto, e ainda passa por uma bateria de testes extensivos em baixa potência, para que um erro no software não acarrete a perda de material, o que seria desastroso para o projeto devido às condições financeiras.

O *Arduino Nano*, figura 24, foi escolhido por suas dimensões reduzidas (45mm x 18mm), facilidade de uso e pela presença de periféricos em hardware que ajudam na correta codificação de todas as funções necessárias ao comportamento esperado do robô. Planeja-se trocar o chip atual por um chip *BluePill STM32F103C8T6*, semelhante em tamanho, cuja arquitetura ARM é muito mais potente e permite melhor resposta do firmware frente a situações adversas.

5.2.2 Mecânica

A estrutura mecânica é uma das mais importantes partes do projeto porque, sem ela, o robô seria facilmente destruído. Os alunos aprendem desde a graduação a projetar complexas *carcaças* reforçadas, utilizando softwares de ponta. Além disso, o projeto mecânico deve prever a montagem, visando sempre a redução de peso. Na WC 13, o projeto se manteve

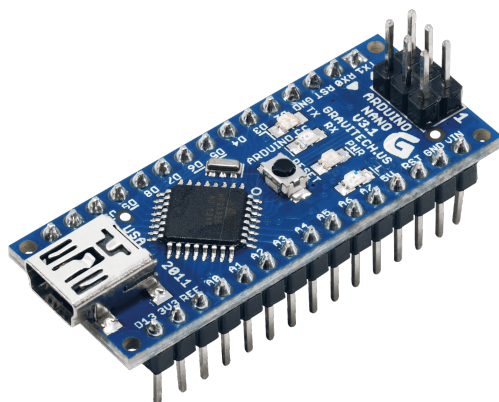
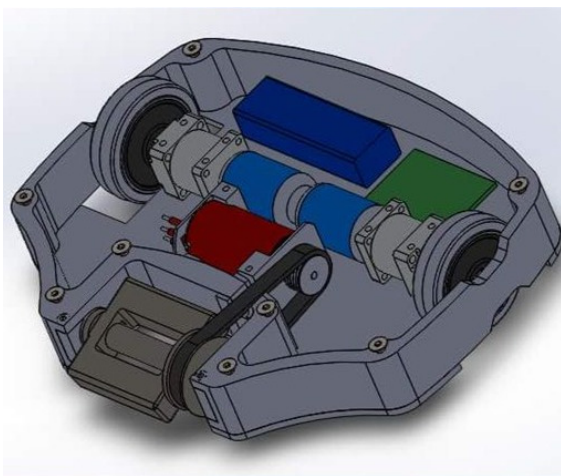
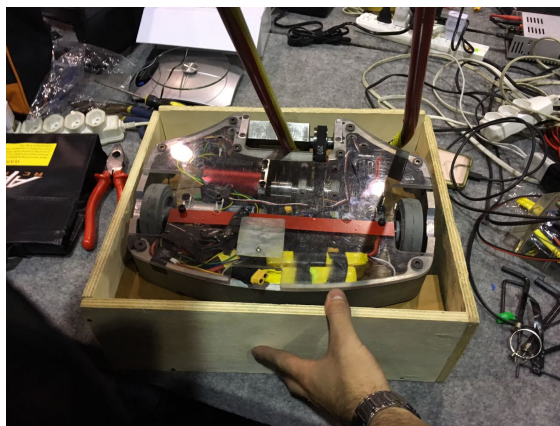


Figura 24: Chip *Arduino Nano*, utilizado para embarcar o software do robô. Escolhido por suas dimensões reduzidas e facilidade de uso.

leve o suficiente para ser considerado apto a competir, como previsto pela modelagem no SolidWorks. Na categoria do *Sanhaço* – Hobbyweight – o limite de peso é de 5,44kg. Para dar forma à estrutura, os alunos aprendem técnicas de produção de peças no torno e em máquinas CNC.



(a) Modelo da mecânica do robô no SolidWorks



(b) Robô completamente montado

Figura 25: Detalhes do robô, contrastando o modelo desenhado com o projeto final

5.3 Competições anteriores

2017 foi o primeiro ano em que a equipe participou de um campeonato. Nessa ocasião, atingimos o 12o lugar dentre 34 competidores. Ficamos muito felizes com o resultado expres-

sivo, considerando que essa etapa (nacional) contém muitos dos campeões mundiais desse esporte chamado Batalha de Robôs. A competição que participamos foi a Winter Challenge XIII, organizada pela Robocore (<https://www.robocore.net/eventos/wc13>)

5.4 Próximas competições

Winter Challenge XIV: São Caetano do Sul, SP

Campus Party 2019: (A ser definido)

6 Robótica aplicada no Exército

A RoboIME tem capacidade de contribuir imensamente com as missões do Exército. O maior exemplo disso foi a missão das enchentes. Em 2011, o Exército requisitado para ajudar as vítimas dos enchentes. Para facilitar o trabalho da tropa, os *drones* do laboratório foram utilizados para procurar as vítimas em lugares de difícil acesso. Com essa facilidade, muito tempo de procura foi poupado e as vítimas foram resgatadas mais rapidamente.

Ex-membros da RoboIME também têm feito grandes trabalhos no Exército. Um exemplo disso foi o desenvolvimento do rádio TTP na IMBEL. Esse rádio foi desenvolvido por um ex-membro da iniciativa, que aplicou as técnicas aprendidas na RoboIME para fabricar o rádio mais utilizado do Exército.

7 Robótica aplicada no Exército

A RoboIME tem contribuído imensamente com as missões do Exército. O maior exemplo disso foi a missão das enchentes. Em 2011, o Exército requisitado para ajudar as vítimas dos enchentes. Para facilitar o trabalho da tropa, os *drones* do laboratório foram utilizados para procurar as vítimas em lugares de difícil acesso. Com essa facilidade, muito tempo de procura foi poupado e as vítimas foram resgatadas mais rapidamente.

Ex-membros da RoboIME também têm feito grandes trabalhos no Exército. Um exemplo disso foi a criação do rádio TTP na IMBEL. Esse rádio foi desenvolvido por um ex-membro

da iniciativa, que aplicou as técnicas aprendidas na RoboIME para fabricar o rádio mais utilizado do Exército.

8 Visibilidade da marca POUPEX

Ao concretizar uma parceria entre a RoboIME e a POUPEX, a RoboIME colocaria o logo da marca na sua blusa, figuras 26a e 26b, e também na sua bandeira, figura 26c. Esse patrocínio trairia uma grande visibilidade à marca POUPEX devido à divulgação das competições em que a RoboIME participa.



Figura 26: Divulgação da marca POUPEX

A última RoboCUP, sediada em Nagoia, contou com a presença de mais de 100.000 espectadores. As partidas dos jogos foram transmitidas ao vivo no YouTube e tiveram mais de 10.000 visualizações por dia de competição.

A Winter Challenge também conta com uma alta divulgação. A última edição teve a participação de mais de 1000 espectadores e também teve suas batalhas transmitidas ao vivo no YouTube, com vídeos que chegam a ter quase 12 milhões de visualizações.

9 Conclusão

A rRoboIME participa de diversas competições nos cenários nacionais e internacionais. Além disso, apresenta um constante crescimento em seu desempenho. A POUPEX pode



Figura 27: Vídeo da partida da RoboIME no Youtube

auxiliar não só a iniciativa a ter resultados melhores, como também influenciar positivamente na vida de diversos engenheiros em formação, tornando-os mais capacitados e mais motivados com o trabalho.