



RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CAMPUS BRAGANÇA PAULISTA

**MOTIVAÇÃO INDUZIDA POR PROBLEMAS: UM
IMPORTANTE INSTRUMENTO NO PROCESSO
EDUCACIONAL**

ALUNO: MATHEUS MENDES SILVA

ORIENTADOR: ADILSON DE SOUZA CÂNDIDO

NOVEMBRO DE 2017.

RESUMO

O processo educativo deve estar em uma permanente metamorfose com vistas à formação de cidadãos conscientes, éticos e responsáveis, inseridos plenamente no complexo mundo do trabalho que está em rápida transformação. No entanto, o que se observa na maioria das instituições de ensino é a estagnação das práticas pedagógicas, focada muitas vezes em aulas expositivas, o que acaba não acompanhando as transformações e exigências da sociedade. Aliado a este problema, cada vez mais, os educadores se queixam da aparente baixa motivação dos alunos no que se refere ao interesse para o estudo de determinadas disciplinas. Este fato implica em outras consequências diretas como a elevação das taxas de evasão, reprovação e aversão ao ambiente escolar. Esta fonte de ineficiência do sistema educacional acaba encadeando um círculo vicioso que provoca também a desmotivação dos educadores e que acaba refletindo novamente no baixo interesse dos alunos. A fim de quebrar este ciclo, é necessário o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que resgatem estas características motivacionais tanto dos alunos quanto dos educadores. Para isso, é proposto o uso de técnicas de aprendizagem baseada em problemas na área de robótica móvel autônoma de modo a consolidar uma práxis educativa que contribua para a inserção social, a formação integral vocacional e a produção do conhecimento, além de, obviamente, contribuir com ações de inovação tecnológica.

Palavras-chave: *Robótica móvel aérea, Drone, Motivação do Aluno, Aprendizado Baseado em Projetos.*

ABSTRACT

The educational process must be in constant modification to develop aware, ethic and responsible citizens, fully integrated into the working world which is becoming more complex and changing at a rapid pace. However, what one can observe in most of the educational institutions is the teaching practice stagnation, usually centered on expository method, which does not end up following the social transformations and demands. Together with these problems, the teachers more and more complain about an apparently lack of motivation among the students to study some subjects. This fact implies other direct consequences such as a high dropout and retention rates, and aversion to the educational environment. This source of inefficiency of the educational system creates a vicious circle of unmotivated students, unmotivated teachers and low students interest. To break this circle, it is necessary to develop new teaching practices that will eventually recover some of these motivational initiatives of both students and educators. To this end, the use of the problem-based learning method is proposed, with focus on the autonomous aerial mobile robots, to consolidate a high-quality educational resource that contributes to social inclusion, vocational training and knowledge production which facilitates technological innovation.

Keywords: *Autonomous aerial mobile robot, Drone, Student Motivation, project-based learning.*

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 4 |
| 2. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO DRONE..... | 5 |
| CONTROLADORES DE VELOCIDADE (ESC) | 6 |
| HÉLICES | 7 |
| BATERIAS | 7 |
| MOTORES..... | 7 |
| CONTROLADORES DE VOO | 7 |
| ESTRUTURA FÍSICA..... | 7 |
| PLACA DE DISTRIBUIÇÃO | 8 |
| 3. COMPETIÇÃO FÓRMULA DRONE (SAE BRASIL) | 9 |
| MISSÃO 1 (M1): DECOLAGEM | 10 |
| MISSÃO 2 (M2): POUSO DE PRECISÃO..... | 10 |
| MISSÃO 3 (M3): LOCALIZAÇÃO DE ALVO..... | 10 |
| MISSÃO 4 (M4): ALIJAMENTO DE OBJETO EM ALVO..... | 11 |
| MISSÃO 5 (M5): PASSAGEM POR TÚNEL | 11 |
| 4. SOFTWARE PARA CONFIGURAÇÃO DO DRONE..... | 12 |
| MISSION PLANNER | 12 |
| 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA COMPETIÇÃO..... | 13 |
| DEFINIÇÃO DE FUNCIONAMENTO..... | 14 |
| 6. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ORIENTAÇÃO AUTÔNOMA..... | 15 |
| INTEGRAÇÃO COM ARDUINO..... | 15 |
| PROGRAMANDO O VEÍCULO..... | 17 |
| PROCESSAMENTO EMBARCADO COM RASPBERRY PI..... | 18 |
| 7. APRESENTAÇÕES EM MOSTRAS ACADÊMICAS..... | 20 |
| 8. CONCLUSÃO E PROXIMAS ETAPAS..... | 21 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 23 |
| 10. ANEXOS | 25 |
| INSTALAÇÃO DO OPENCV NO WINDOWS..... | 25 |
| INSTALAÇÃO DO OPENCV NO RASPBERRY PI..... | 25 |
| CÓDIGO ARDUINO..... | 25 |
| CÓDIGO DO RASPBERRY | 28 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM DRONE DO TIPO QUADRIROTOR..... | 6 |
| FIGURA 2: LOGO DA COMPETIÇÃO FÓRMULA DRONE ORGANIZADO PELA SAE BRASIL9 | |
| FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO DA MISSÃO DO DRONE PARA A LOCALIZAÇÃO DO ALVO (CÍRCULO EM VERMELHO), REFERENCIADO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DE TRÊS PONTOS DISPERSOS ALEATORIAMENTE (REPRESENTADOS POR FIGURAS QUADRÁTICAS). | 10 |
| FIGURA 4: PÁGINA INICIAL DO SOFTWARE MISSION PLANNER | 12 |
| FIGURA 5: FUNCIONAMENTO DO SCRIPT PYTHON..... | 16 |
| FIGURA 6: FUNCIONAMENTO DO ARDUINO | 16 |
| FIGURA 7: FUNCIONAMENTO DO ARDUINO | 17 |
| FIGURA 8: MODELO GERAL DO FUNCIONAMENTO DO PROJETO | 17 |
| FIGURA 9: FLUXOGRAMA REDUZIDO QUE REPRESENTA A LOGICA | 18 |
| FIGURA 10: IMAGENS DA AERONAVE EM FUNCIONAMENTO. | 22 |

LISTA DE VÍDEOS

| | |
|---|----|
| VÍDEO 1: VÍDEO PRODUZIDO PELA SAE BRASIL RETRATANDO A COMPETIÇÃO..... | 13 |
| link: < https://youtu.be/M5v8Fvqa5ZA > | |
| VÍDEO 2: VÍDEO DO VEÍCULO COM PROCESSAMENTO EMBARCADO..... | 19 |
| link: < https://youtu.be/McZV1Cp_EjE > | |
| VÍDEO 3: VÍDEO DA DEMONSTRAÇÃO DURANTE A VII FEIRA BRAGANTEC..... | 20 |
| link: < https://youtu.be/iTXptA89dBY > | |

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, tem-se percebido a necessidade de formar profissionais criativos, dotados de conhecimentos multidisciplinares e de uma grande capacidade de abstração das informações recebidas cotidianamente no ambiente de formação profissional ou em outros ambientes (ZILLI, 2010).

A fim de atender a este desafio no ensino é necessário o aperfeiçoamento de novas práticas educacionais, visto que os modelos didáticos convencionais podem ser considerados pouco adequados à realidade dos cursos, com natureza interdisciplinar, ofertados principalmente pelas escolas técnicas. De forma geral, os professores têm buscado alternativas para o ensino em um ambiente inovador e várias dificuldades têm sido encontradas como, por exemplo, a baixa motivação, reprovação e principalmente a desistência dos alunos.

Em particular, mesmo cursos mais tradicionais têm enfrentado estes problemas, particularmente nos anos iniciais desta formação, como em alguns cursos da Universidade de São Paulo (USP) que chegam a até 34% de evasão e 16% de reprovação (PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014).

Adicionalmente, muitas vezes os currículos acadêmicos são formatados de uma maneira linear e sequencial, de modo que as disciplinas além de serem isoladas entre si apresentam componentes curriculares da ciência básica precedendo as aplicações, o que dificulta o aprendizado. Neste cenário, cabe aos alunos a busca desta integração e consolidação por intermédio de projetos e/ou trabalhos ao final dos cursos, quando existem (RIBEIRO, 2005).

Paralelamente a estas dificuldades, os educadores têm enfrentado o problema da ausência de motivação nos alunos para a aprendizagem (SILVA, ROBERTO e TEICHRIEB, 2012). A causa desta desmotivação não é única, porém o que contribui a este desestímulo é que muitas vezes o professor não gerencia conhecimento, ele repassa informações que cada aluno aproveitará segundo sua capacidade de aprender, de interpretar informações e dados, e de transformá-los em conhecimentos (RAASCH, 2006).

Neste cenário, o papel do professor estaria em manter o aluno curioso (POLETTI, 2002). É fundamental motivar o aluno, mantê-lo interessado, pois ninguém transfere conhecimento, mas pelo contrário, se transferem dados e informações. A gestão deste conhecimento é individual e própria.

O ser humano aprende à medida que vivencia experiências e desenvolve o pensamento. Por isso que não adianta apenas observar ou receber passivamente uma informação para aprendê-la, é preciso experimentá-la. Esta aprendizagem é um processo pessoal, reflexivo e sistemático que depende do despertar das potencialidades do educando, de maneira sozinha ou com a ajuda do educador (RAASCH, 2006).

Baseado nestes fatores o presente projeto tem como objetivo a aplicação de competições de robótica móvel aérea autônoma que envolva a comunidade interna e, possivelmente a comunidade externa a instituição de ensino, a fim de propiciar um ambiente lúdico e desafiador de ensino com viés às necessidades do setor sócio produtivo e a motivação do aluno.

A construção deste ambiente dinâmico de aprendizagem utilizando a robótica móvel aérea autônoma se baseia na teoria de aprendizagem baseado em problemas (PBL). Recentemente pesquisadores relacionaram os conceitos do PBL a uma variedade de noções teóricas como (GRAAFF e KOLMOS, 2003): o construtivismo e aprendizagem social (VYGOTSKY, 1978; LAVE e WENGER, 1991; PIAGET, 2013); o aprendizado experiencial (KOLB, 1984); e o profissional reflexivo (SCHÖN, 1984).

Em síntese, neste restrito tipo de aprendizagem baseado em problemas, os alunos são submetidos a problemas baseados nos próprios conhecimentos prévios e habilidades, e são estimulados a trabalharem em equipe para apresentarem a solução deste problema (HEITMANN, 1996).

Assim, o uso da robótica móvel em ambientes dinâmicos de aprendizagem pode ser uma ferramenta adequada no desenvolvimento de atividades de criação e interação, onde os educandos se mostrem participativos, criando, projetando, planejando, montando e tomando posse de seus projetos. Esta situação peculiar dá ao educando uma identificação com o projeto de aprendizagem. Torna-se importante então, buscar uma metodologia de ensino que explore ao máximo esse modelo sócio construtivista.

No que toca aos transportes aéreos, estes são um dos tipos de meios de transporte mais recentes e mais estudados nos últimos anos, dada a enorme margem de progressão que ainda

apresentam no que se refere ao seu desenvolvimento e produção. São, de momento, o meio mais seguro e, em longas distâncias, é o transporte mais rápido e prático a ser usado.

Existem vários tipos de transportes aéreos. O primeiro a surgir foi o balão (século XVIII), mais tarde o zepelim, assim sucessivamente até ao aparecimento daqueles que são mais comuns atualmente. No entanto, nos últimos anos, a ciência e a engenharia têm produzido um novo tipo de transporte aéreo, que visa a movimentação de um veículo aéreo sem necessidade de piloto, isto é, que podem ser comandados à distância ou até mesmo através de um programa que segue instruções. Esta nova geração de veículos não tripulados apelida-se de VANT (Veículos Aéreos Não-Tripulados) ou Drone.

Na área da ciência e da investigação, o drone desempenha cada vez mais um papel fundamental, sendo já uma das principais “ferramentas” dos cientistas e investigadores. Como exemplos, têm-se a observação aérea na análise de previsões meteorológicas, ou o controlo da migração de espécies de animais. Outro exemplo nesta área da investigação, reside no desenvolvimento de um drone com capacidades topográficas e fotográficas de alta qualidade e precisão.

Fatores como o peso, autonomia e o custo de produção são prioridades na área da investigação de um veículo aéreo, assim como o desenvolvimento de um sistema autónomo de orientação a partir do processamento de imagens, desenvolvendo a visão computacional. Todos estes processos são complexos - principalmente o sistema de orientação - e serão detalhados neste relatório final das atividades de pesquisa.

As questões que norteiam o presente projeto de pesquisa são:

- O uso da robótica móvel aérea autónoma como estratégia de ensino promove a motivação, interesse e a aprendizagem dos alunos?
- A motivação pode ser uma grande aliada para a permanência e êxito do estudante?
- A estratégia de aprendizagem baseada em problemas permite adaptar o currículo académico às necessidades do setor sócio produtivo?

OBJETIVOS

A presente pesquisa aborda o uso da robótica móvel aérea autônoma para atuar como estímulo motivador para o aprendizado de diversas áreas do conhecimento, propiciando um instrumento pedagógico complementar que utiliza técnicas de aprendizagem baseada em problemas.

Neste sentido, os principais objetivos desta proposta são:

- Implantação de uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas na área de robótica móvel aérea autônoma aplicado a um grupo de alunos de modo extracurricular.
- Investigação e análise estatística dos aspectos institucionais, culturais e individuais que caracterizam o contexto da implantação da abordagem pedagógica de aprendizagem baseada em problemas.
- Análise estatística dos aspectos motivacionais resultantes desta proposta e correlacioná-los com o acesso, permanência e êxito dos estudantes.
- Projeto e desenvolvimento do veículo aéreo não-tripulado de asas rotativas orientado por processamento de imagens.

2. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO DRONE

A seguir serão apresentadas as etapas de projeto e desenvolvimento de um veículo aéreo não-tripulado de asas rotativas (drone). Particularmente, serão apresentadas as etapas relativas ao desenvolvimento de um quadrirotor.

De um modo geral podemos dizer que os principais elementos constituintes dos drones do tipo quadrirotor são:

- **Frame:** É o *chassi* do drone, o suporte de todas as peças;
- **Main Board:** Placa que inclui um processador e uma memória RAM e, por vezes um chip que permite a ligação Wi-Fi. É o cérebro do drone;
- **Motores:** Fazem as hélices girar com alta velocidade;
- **Hélices:** Pás que rodam e geram deslocamento do ar, permitindo ao drone voar;
- **Baterias:** Responsáveis pelo fornecimento de energia ao sistema;
- **Placa de distribuição:** Distribui a energia proveniente das baterias pelos controladores de velocidade;
- **Controladores de velocidade (ESC):** Permite comandar e gerir a velocidade dos motores;
- **Rádio e Receptor:** Estabelece a ligação entre o operador e o multirotor;
- **Controlador de voo:** Instalado em conjunto com um GPS, possibilita a localização e posterior gravação de trajetos e coordenadas FTDI.

A Figura 1 apresenta alguns destes principais componentes eletromecânicos de um drone do tipo quadrirotor, os quais serão detalhados nas subseções a seguir de acordo com a ordem:

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1- Controladores de velocidade eletrônicos (ESC) | 5- <i>Main board</i> |
| 2- Hélices | 6- Peças constituintes do frame |
| 3- Baterias | 7- Placa de distribuição |
| 4- Motores | |



Figura 1: Principais componentes de um drone do tipo quadrirotor

Descrição dos componentes:

CONTROLADORES DE VELOCIDADE (ESC)

Um controle eletrônico de velocidade, ou “ESC” que é um acrônimo das palavras “*Electronic Speed Control*” é um componente que controla a velocidade de um motor eletrônico por meio de uma tecnologia conhecida como modulação por largura de pulso (MLP), mais conhecida pela sigla em inglês “PWM” (*Pulse-Width Modulation*).

HÉLICES

As hélices de um VANT multirotor são os componentes que trabalham sob as mais severas condições. Sob as hélices atuam: O torque dos motores e a força de arrasto aerodinâmico da propulsão do ar (JOHNSON, 1980).

BATERIAS

As principais características de uma bateria que se deve levar em consideração, no momento do projeto de um drone, são: carga, taxa de descarga, número de células e peso. A carga mede, especificamente, a quantidade de energia armazenada nas células eletroquímicas da bateria, a unidade de medida é o Ampere-hora equivalente a 3600 Coulomb.

MOTORES

Apesar de haver bastante divergência entre as classificações de motores pelos pesquisadores da área, os dois tipos principais de motores elétricos são os motores com escovas e os sem escovas (“*brushless*”) (HUGHES e DRURY, 2013).

Para as utilizações em drones, que requerem altas rotações e potências relativamente altas, os motores de indução (*brushless*) são amplamente usados por sua eficiência e durabilidade.

CONTROLADORES DE VOO

Em um multirotor, a dinâmica de voo pode ser bastante complexa e a sua operação em um modo totalmente manual é impraticável. Isto se dá devido às inúmeras variáveis envolvidas como, diferenças entre os motores, desbalanceamento de hélices, vento, turbulências, vibrações mecânicas e até mesmo falhas elétricas e mecânicas.

Algumas características importantes que serão avaliadas para a seleção final do controlador de voo são: a quantidade de entradas e saídas de dados, a capacidade de processamento, a capacidade de voo autônomo, os tipos e especificações de métodos de segurança, tipos de sensores que podem ser acoplados e preço.

ESTRUTURA FÍSICA

As placas que formam a plataforma central do drones devem obedecer algumas características simples, serem rígidas para suportar os esforços e manter o formato da estrutura em voo, e oferecer uma área de montagem para os componentes de aviação e baterias.

Uma das preocupações que se tem em uma estrutura de VANT é a fixação adequada dos motores à estrutura, sabendo que o desprendimento de um motor em voo pode gerar um acidente grave.

PLACA DE DISTRIBUIÇÃO

O último componente importante na integração de um circuito de VANT, evidenciado neste relatório de pesquisa, é uma unidade de distribuição de energia (PDU - *Power Distribution Unit*).

Apesar de se poder soldar todos os componentes diretamente uns nos outros, é melhor criar pontos de conexão intermediários que permitam, por exemplo, a troca de componentes que venham a sofrer algum dano. Para facilitar este tipo de troca os ESCs não são soldados entre si, eles serão soldados à conectores “T” que serão então ligados a uma PDU fixada em uma parte central do drone.

3. COMPETIÇÃO FÓRMULA DRONE (SAE BRASIL)

A competição vinculada ao presente projeto, intitulada “Fórmula Drone SAE BRASIL”, representada na Figura 2, é uma nova iniciativa de caráter educacional a cargo da SAE BRASIL (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade), focada em estudantes e professores do ensino profissional técnico de nível médio do Brasil e que contou com a participação da equipe do campus do IFSP de Bragança Paulista.



Figura 2: Logo da competição Fórmula Drone organizado pela SAE Brasil

A competição, que ocorreu entre os 19 e 21 de maio de 2017 no campus da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) em Minas Gerais, conta com diferentes desafios compreendidos entre a Competição de Projeto e a Competição de Voo, detalhadas a seguir:

- Competição Projeto: trata-se de uma sequência de apresentações orais e esclarecimentos de dúvidas diante de uma comissão de juízes, com base na análise do conteúdo descrito no relatório dos projetos de cada equipe. Essa etapa resultará na pontuação e classificação inicial da competição.
- Competição de Voo: composta por uma bateria de voos que devem cumprir cinco missões especificadas no regulamento do evento. O desempenho dos participantes será avaliado e transformado em pontuação e classificação. A somatória dos pontos obtidos nos desafios definirá os vencedores do concurso.

O objetivo desta competição é estimular a propagação de técnicas e conhecimentos de engenharia, junto a uma troca de experiências entre os estudantes das diversas áreas aplicadas a drones.

É importante destacar que as equipes são formadas por até 15 alunos supervisionados por um professor da instituição de ensino que representam. Os drones que serão montados pelos

participantes devem seguir um modelo padronizado e de valor acessível aos concorrentes. Além disso, os equipamentos precisam ter sistemas instalados a bordo visando o cumprimento das missões.

As aeronaves devem ser projetadas de forma a serem capazes de cumprir diversas missões distintas, segundo requisitos detalhados em um Regulamento da Competição e apresentados a seguir, para as quais são atribuídos pontos conforme o desempenho da equipe.

MISSÃO 1 (M1): DECOLAGEM

A aeronave deve ser capaz de se deslocar verticalmente de maneira estabilizada, controlada e segura até uma altura segura para iniciar as outras missões. As demais missões somente poderão ser realizadas se a missão M1 for realizada com sucesso.

MISSÃO 2 (M2): POUSO DE PRECISÃO

A aeronave deve ser capaz de realizar o pouso em uma zona de pouso demarcada em uma circunferência de 1 metro de diâmetro.

MISSÃO 3 (M3): LOCALIZAÇÃO DE ALVO

Um alvo é disposto em uma determinada zona da competição, com 3 pontos de referência distantes deste alvo. A aeronave deve ser capaz de informar a distância entre este alvo e os pontos de referência com a maior precisão possível, conforme representação presente na Figura 3.

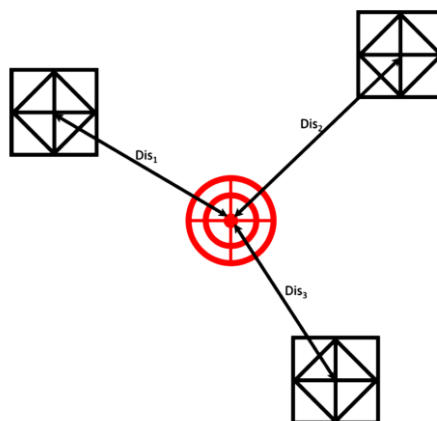


Figura 3: Representação da missão do drone para a localização do alvo (círculo em vermelho), referenciado em função da distância de três pontos dispersos aleatoriamente (representados por figuras quadráticas).

MISSÃO 4 (M4): ALIJAMENTO DE CARGA EM ALVO

A aeronave deve ser capaz de alijar um prisma retangular de 60 x 40 x 15 mm, de 15g, fornecido pela organização da competição, de uma altura maior que 5 metros num ponto determinado pela organização. Uma das faces maiores do prisma tem material ferromagnético, permitindo acionamento por um eletroímã, por exemplo. O comando de alijamento deve ser manual. A aeronave poderá realizar cálculos para auxílio do momento correto de alijamento, mas o disparo deve ser sempre manual.

MISSÃO 5 (M5): PASSAGEM POR TÚNEL

A aeronave deve fazer uma passagem por dentro de um túnel quadrado de lados de aproximadamente 1,2m e comprimento de 2,1m.

4. SOFTWARE PARA CONFIGURAÇÃO DO DRONE

Para o cumprimento das missões e configuração da aeronave foi utilizado o software chamado *Mission Planner* em conjunto com a controladora ArduPilot (APM 2.6) – Arducopter, que será descrito na próxima subseção.

MISSION PLANNER

O *Mission Planner*, representando na Figura 4, é um software *open-source* (código aberto) e gratuito. Este dispõe de uma grande comunidade de desenvolvedores ao redor do mundo, fundada por Michael Osborne, e foi desenvolvido para ser uma estação de controle em solo para avião, helicóptero e *rover* sendo compatível apenas com o sistema operacional Windows.



Figura 4: Página Inicial do software Mission Planner

Desta forma, o *software Mission Planner* pode ser usado como um utilitário de configuração ou como um suplemento de controle dinâmico para o seu veículo autônomo. Este apresenta como principais funcionalidades, dentre outros: realizar o planejamento do voo, conectar o firmware (software) de piloto automático, monitorar o status do seu veículo durante a operação, gravar o log da telemetria, operar o veículo em FPV (*First Person Vision* – Primeira Pessoa), sincronizar as imagens com o log do voo (Geotag).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA COMPETIÇÃO

Após o termino da competição, verificamos as metas e objetivos propostos que não conseguimos atingir de forma satisfatória. Podendo assim analisar em quem momento o processo de desenvolvimento falhou, e como poderíamos solucionar os problemas.

A parte principal em que não tivemos o resultado esperado foi no desenvolvimento do processamento embarcado, juntamente com o processamento de imagens para orientação do drone. Então após um breve período de recuperação da competição, voltamos ao desenvolvimento, partindo agora para a automação.



Vídeo 1: Vídeo produzido pela SAE Brasil retratando a competição

Para o desenvolvimento de uma ferramenta segura, que possa controlar uma aeronave, necessitaríamos de um ambiente controlado e seguro para testes, então em alternativa escolhemos por fazer o desenvolvimento *babystep* -ir de pouco em pouco implementando mais funcionalidades.

Com este conceito em mente, abstraindo a ideia do drone, foi definido que inicialmente desenvolveríamos um veículo terrestre capaz de se movimentar apenas por processamento de imagens capturadas por câmera, e processadas por um computador de bordo. As etapas de desenvolvimento serão detalhadas a seguir.

DEFINIÇÃO DE FUNCIONAMENTO

Na competição, sempre os objetivos vinham com o conceito de alvos, e indicadores, o que são rastreáveis e detectáveis facilmente com processamento de imagens. Então para isso a detecção poderia ser por escala de cores, formas geométricas ou até mesmo análise de ambiente trabalhando *machine learning*.

Escolhemos então por trabalhar em detecção de formas geométricas, pois os alvos são sempre circulares, e destacados – fáceis de serem vistos pela câmera. O problema em usar detecção de cores, é que elas podem variar com iluminação ambiente, e diversos outros fatores, sendo necessária calibragem minuciosa todo uso.

A análise por procura de formas geométricas também necessita de menos processamento – que já é muito limitado por espaço físico – do que as técnicas de *machine learning* e comparação de imagens com aprendizado de máquina.

Para isso utilizamos a biblioteca OpenCV, que é uma biblioteca com suporte a várias linguagens de programação, e open-source – de código aberto, livre. Disponibilizada pela Intel Corporation, e atualizada constantemente, contendo inúmeras funções matemáticas, de análise de matrizes para executar comparação entre imagens.

6. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ORIENTAÇÃO AUTÔNOMA

Seguindo a estratégia do *babystep*, agora colocado em foco o desenvolvimento de um programa que rodasse no próprio computador, e que pudesse reconhecer diferentes formas geométricas, a partir do webcam de um notebook.

Inicialmente para aprendizado fizemos alguns testes de programas prontos na linguagem C++, para melhor entendimento da funcionalidade das funções, e métodos de processamento gráfico.

Posteriormente, visto a maior facilidade de uso e disponibilidade bibliográfica do Python, trabalhamos em um código que pudesse simplesmente detectar um triângulo pela câmera, e alertar no console – terminal do programa – o nome do polígono.

INTEGRAÇÃO COM ARDUINO

Com o código de reconhecimento pronto, o próximo passo foi de comunicar o código em Python com o Arduino, que foi a plataforma de desenvolvimento selecionada para veículo terrestre.

Sendo assim foi utilizado a conexão Serial, conectando o Arduino ao notebook para que as informações fossem passadas. Estavam ligados ao Arduino dois LEDs – um de cor verde, e um vermelho. O Arduino estava programado para ler a entrada Serial e checar o valor que era enviado pelo Python, se fosse ‘t’ (triângulo) acenderia o LED verde, se fosse ‘c’ (círculo) acenderia o LED vermelho.

As lógicas do funcionamento das duas partes são iguais, como representado nos fluxogramas abaixo.



Figura 5: Funcionamento do script Python

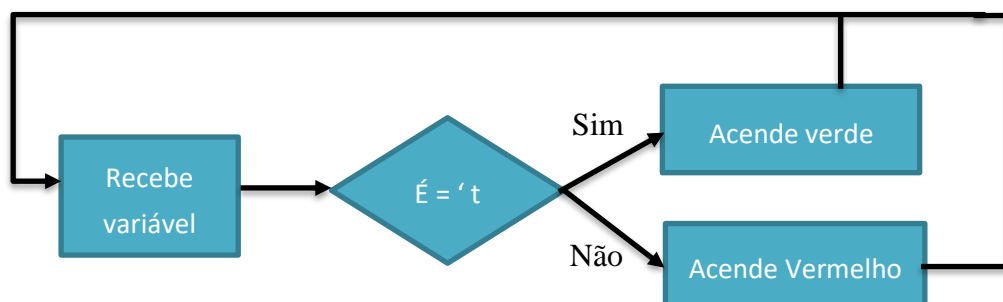


Figura 6: Funcionamento do Arduino

Depois de obtermos sucesso com este modelo de funcionamento, eliminamos o cabo USB, utilizando comunicação pelo modulo Bluetooth, com distância de funcionamento de até 15 metros testado em ambiente aberto. Pouco tempo depois substituímos o modulo Bluetooth por um modulo Rf433 Mhz APC 220, com capacidade de funcionar até 1 quilometro de distância, e com menor latência de envio de dados. Outra vantagem de usarmos este modulo Rf, é que era imediato o funcionamento, com o Bluetooth demoravam por volta de 20 segundos, para parear o notebook com o Arduino.

PROGRAMANDO O VEÍCULO

O hardware – parte física – do veículo foi constituído pelo microcontrolador Arduino uno, conectado a um Driver de ponte H, para movimentação de dois motores – o carro tinha duas rodas com motores, e uma roda boba.

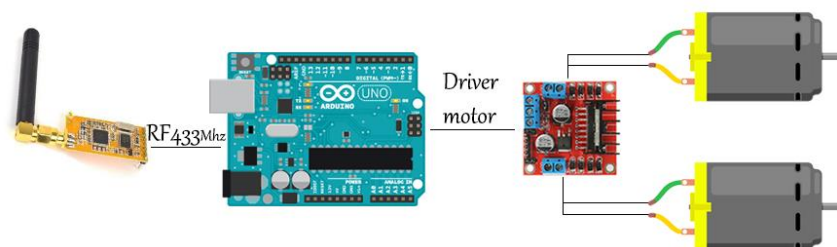


Figura 7: Funcionamento do Arduino

Com o sucesso destas outras etapas supracitadas, foi iniciado a programação do veículo terrestre, nesse caso, um carrinho Arduino providenciado de um kit pronto de mdf comercializado na internet.

Em primeiro momento, o processamento era feito no notebook, enviado por telemetria ao carro, que então respondia os movimentos, da mesma forma que acendia o LED, porem agora ele movimentava os motores nos sentidos que eu programava, para assim, cada forma gerar um movimento do carro.

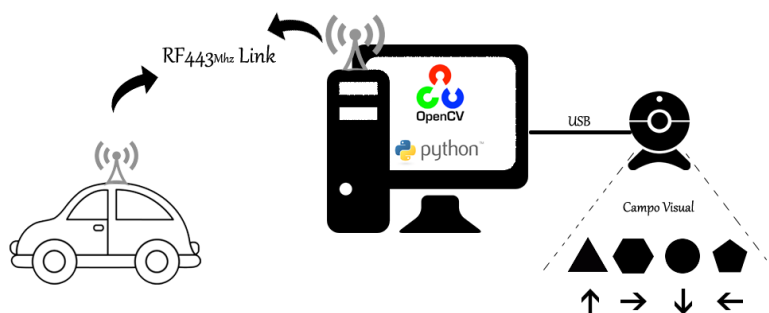


Figura 8: Modelo geral do funcionamento do projeto

Uma etapa muito importante é após a configuração e programação total do veículo, onde deve-se ‘calibrar’ o programa do Arduino, fazendo adaptações específicas para o carro. Por exemplo: Um dos motores estava funcionando mais rápido que o outro, uma saída para isso é fazer diversos ensaios ajustando manualmente a potência de cada motor, em cada comando do código Arduino.

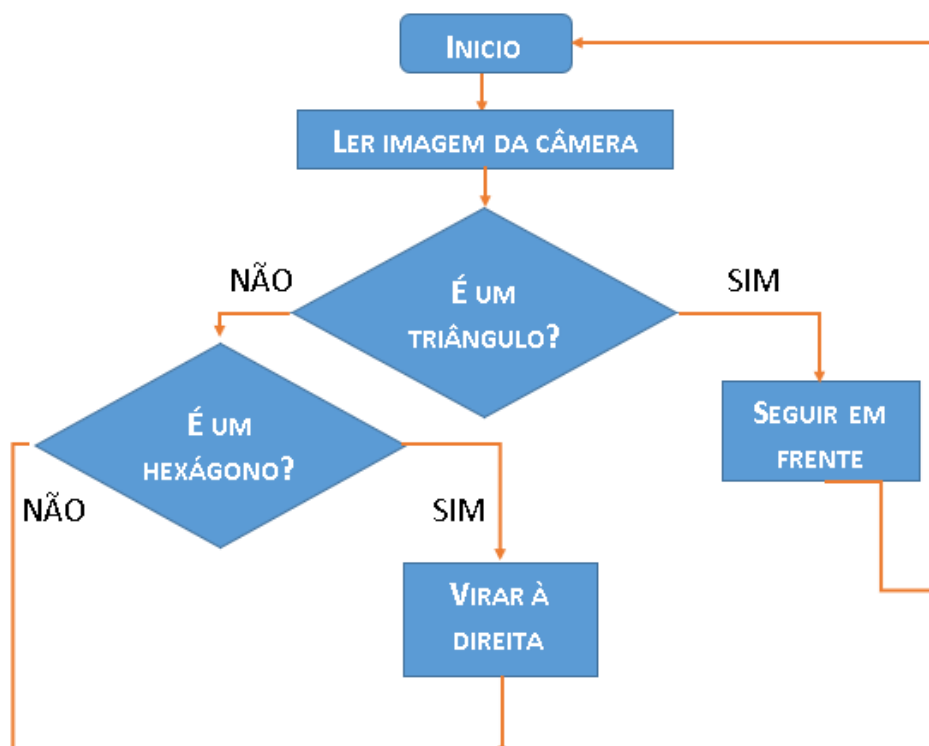


Figura 9: Fluxograma reduzido que representa a lógica do funcionamento do programa.

PROCESSAMENTO EMBARCADO COM RASPBERRY PI

Com todos os processos anteriores funcionando, O último passo foi eliminar a necessidade do notebook, e o envio de informação via telemetria, que ocasiona em perdas de dados e atrasos de resposta.

Para isso escolhemos utilizar o Raspberry Pi 3, que é comumente utilizado em projetos de automação, tem um bom poder de processamento, e é relativamente barato em relação aos embarcados concorrentes, apresentando um ótimo custo-benefício.

Um ponto importante, é que como o Raspberry é realmente um computador, é possível utilizar câmeras USB de alta definição, o que facilita muito na detecção das imagens. O que leva a analisar a situação, pois, caso uma câmera USB seja utilizada, o Raspberry irá utilizar o CPU – processador – para processar e controlar a imagem, como um computador comum, o

que dependendo do projeto pode influenciar em desempenho, tomando parte da capacidade de processamento. Por isso optamos por uma câmera conectada por um flat cable direto na placa, esta conexão leva as imagens a serem processadas diretamente pela GPU – unidade de processamento gráfico – sendo assim, deixando livre o CPU para rodar seus scripts com maior desempenho.

Em geral o código foi o mesmo, salvo as adaptações para as bibliotecas do raspberry pi, e a compatibilidade com a câmera, que tem funcionamento diferente do webcam do computador, sendo necessárias algumas modificações simples.

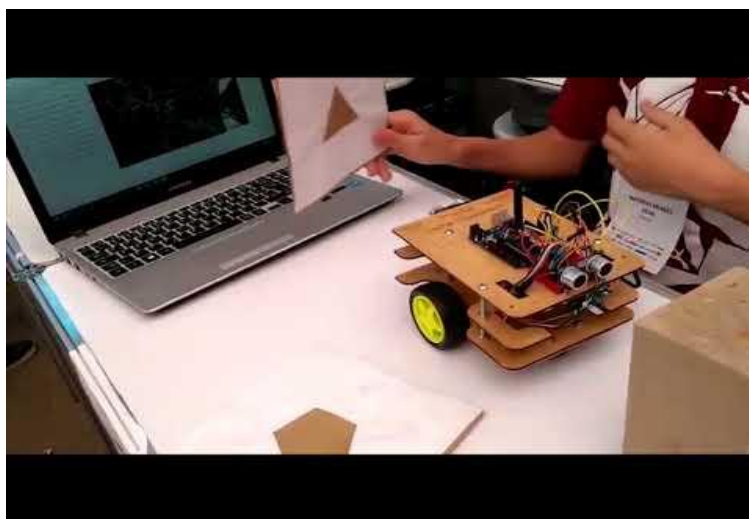
Após todas estas etapas, o veículo era capaz de executar ações autônomas, baseadas em detecção e reconhecimento de distintas formas geométricas.



Vídeo 2: Vídeo do veículo com processamento embarcado.

7. APRESENTAÇÕES EM MOSTRAS ACADÊMICAS

O primeiro modelo abordado – o qual ainda não tinha sido integrado o processamento embarcado, utilizado da telemetria e processamento do notebook para funcionamento – Foi apresentado na VII Bragantec – Feira de Ciência e Tecnologia do IFSP, realizada no próprio campus Bragança Paulista – na modalidade de engenharias, e foi contemplado com o Prêmio DEMAG MHPS – conexão indústria.



Vídeo 3: Vídeo da demonstração durante a VII feira Bragantec

Estava programado para ser apresentado no IFCiência, outra feira do IFSP realizada no campus Salto, porém por não ter transporte para o evento, foi cancelado a participação.

Com o modelo final pronto, com processamento embarcado, durante a X SEMTEC – Semana de Tecnologia – foi apresentado em uma mostra acadêmica no campus de Bragança Paulista, e na praça da Matriz em Socorro-SP.

8. CONCLUSÃO E PROXIMAS ETAPAS

Tendo em vista a indiscutível necessidade do desenvolvimento de habilidades e competências necessárias ao profissional tecnológico, tais como a capacidade de trabalho em equipe, liderança, autonomia, pensamento crítico e criativo, comunicação oral e escrita, resolução de problemas e visão empreendedora, o presente projeto emprega o uso da estratégia de aprendizagem baseada em problemas. Além destas habilidades e competências, este projeto busca diretamente incentivar o conhecimento de engenharia aplicada à concepção e desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados de asas rotativas (também chamados de drones).

Adicionalmente, este projeto proporciona uma oportunidade única de estimular o empreendedorismo e a inovação, além de propiciar o compartilhamento de novas tecnologias em um ambiente real e desafiador, de maneira integrada ao mundo do trabalho. Os alunos estarão participando em todas as etapas reais de um projeto industrial (concepção, detalhamento, construção, documentação e testes), sujeito a restrições financeiras e requisitos de projeto.

Especificamente a equipe constituída no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Bragança Paulista, foi constituída de maneira multidisciplinar formada por alunos dos cursos técnicos integrados em eletroeletrônica, mecânica e informática, além de alunos do curso técnico concomitante, ou subsequente, de mecatrônica.

É importante ressaltar que o presente projeto contou com a participação em uma competição nacional de três dias de duração na cidade de Itajubá-MG em maio do ano de 2017, em conjunto com a SAE Brasil (sociedade brasileira da tecnologia da mobilidade), que já apresenta conhecimento e experiência acumulados ao longo de vinte e um anos de trajetórias bem-sucedidas dos programas internacionais estudantis dentre eles o AeroDesign, Baja SAE, 23 AeroDesign, Fórmula SAE e Demoiselle que conta com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior).

Os drones têm crescido em utilização nas mais diversas áreas e apresentam inúmeras possibilidades de pesquisa e desenvolvimentos. Há uma comunidade de usuários amadores e profissionais que utilizam os VANT se apoiando em experiências próprias e no conhecimento

disseminado pela internet, sem, geralmente, contar com dados científicos a respeito desses dispositivos.

Os drones apresentam muitas vantagens: o seu custo é reduzido, quando comparado a outros veículos utilizados por forças militares; os riscos são menores, tanto por poderem ter um tamanho menor, como também pela possibilidade de voarem a uma altitude mais baixa do que aviões ou helicópteros; são capazes de atuar durante um maior número de horas; são consideravelmente mais precisos, o que permite uma redução dos danos colaterais. Todas estas vantagens tornaram os drones um dos mecanismos preferidos para missões de espionagem, agricultura, combate e monitoração de incêndio, controle antirroubo, vigilância de fronteiras, etc.

Por fim, para o termino desta pesquisa, ressaltamos as próximas etapas :

- Agregar o sistema de orientação ao drone
- Verificar novo regulamento da competição, para já pensar nas novas missões.
- Fazer a troca de componentes avariados.
- Quantificar estatisticamente o quanto projetos integradores ajudam os alunos a permanecerem no curso, e terem êxito.



Figura 10: Imagens da aeronave em funcionamento.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, F. C. N.; OLGUIN, G. S. The Use of Auxiliary Resources on Introductory Computing Courses for Engineering. In: IEEE International Conference on Engineering Education 2008. Budapest. Anais. Budapest. 2008.
- DEMOLINARI, H. C.. Projeto de Construção um Drone Hexacóptero. (Projeto de Graduação). Universidade Federal Fluminense. 2016.
- KOLB, D. A. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.
- GUIMARÃES, J. P. F. Projeto de um Veículo Aéreo Não Tripulado Para Supervisão de Instalações de Petróleo e Gás Natural. (Monografia de Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2012.
- GRAAFF, E. D.; KOLMOS, A. Characteristics of problem-based learning. International Journal of Engineering Education, v. 19, n. 5, p. 657-662, 2003.
- HEITMANN, G. Project-Oriented Study and Project-Organized Curricula: A Brief Review of Intentions and Solutions. European Journal of Engineering Education, v. 21, n. 2, p. 121-131, 1996.
- LAVE, J.; WENGER, E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. New York: Cambridge University Press, 1991.
- MALMONGE, S. M. et al. Uma proposta de laboratório de ensino interdisciplinar na UFABC e a inserção da mecânica aplicada no ensino médio. In: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado. Anais. Gramado: COBENGE. 2013.
- MIRANDA, J. M. P.; PRATA, J. L. A.; PAUPÉRIO, J. M.; NEVES, J. N.; PEREIRA, J. P.; NEVES, J. R., Engenharia Mecânica nos Transportes Aéreos: Drones - Veículos Aéreos Não-Tripulados <http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/relat_1M03_3.pdf>. Acesso: 03 jul. 2017.
- NETO, M. S., Mission Planner: Se não o conhece, você precisa conhecê-lo <<http://blog.droneng.com.br/conheca-mission-planner/>>. Acesso: 03 jul. 2017.
- PEGORARO, Antoninho João; PHILIPS, Jürgen Wilhelm. Quadrirotores/Microdrone como Portadores de Geosensores aplicados ao Cadastro Territorial. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, p. 8461, 2011.
- PIAGET, J. W. F. A Psicologia da Inteligência. Petrópolis: Vozes, 2013.
- POLETTI, A. O professor e a gestão do conhecimento. Profissão mestre, São Paulo, 2002.
- PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Relatório de gestão da Pró-Reitoria de Graduação janeiro de 2010 - janeiro de 2014. Universidade de

- São Paulo (USP). São Paulo, p. 39. 2014. Disponível em: < <http://www.prg.usp.br/wp-content/uploads/Relatório-de-Atividades-2010-2014.pdf> > Acesso em: 06 jan. 2016.
- RAASCH, L. A motivação do aluno para a aprendizagem. Universo Acadêmico, Nova Venécia, 2006.
- RIBEIRO, L. R. D. C. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. p. 209. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- RUFINI, S. É.; BZUNECK, J. A.; OLIVEIRA, K. L. D. A Qualidade da Motivação em Estudantes do Ensino Fundamental. Paidéia (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, v. 22, n. 51, p. 53-62, abr. 2012.
- SCACCHETTI, F. A. P.; OLIVEIRA, K. L. D.; RUFINI, S. É. Medida de motivação para aprendizagem no Ensino Técnico Profissional. Avaliação Psicológica, v. 13, n. 2, p. 297 - 305, 2014.
- SILVA, M. M. O.; ROBERTO, R. A.; TEICHRIEB, V. Um Estudo de Aplicações de Realidade Aumentada para Educação. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA. 2012. Paranavaí. Anais..Paranavaí: WRVA. 2012.
- SCHÖN, D. A. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. New York: Basic Book, 1984.
- VYGOTSKY, L. S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Londres: Harvard University Press, 1978. 159 p.
- ZILLI, G. M.; LAMBERT, G. Desenvolvendo a educação através da robótica móvel: Uma proposta pedagógica para o ensino de engenharia. In: Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Fortaleza, CE: UFC/UNIFOR. 2010.
- KELBER, C.R.; OSÓRIO, F.S.; JUNG, C.R.; HEINEN, F.J.; DREGER, R.S.; GULES, R.; MELLO JR., C.D.; SILVEIRA, M.A.; SCHUMACHER, W.; Tecnologias para Automação Veicular – Soluções em Mecatrônica e Sistemas de Apoio ao Motorista; Engenharia – Estudos Tecnológicos, ISSN 1517-3615, v. 23, n. 24, p.37-47, 2003.
- NASCIMENTO, D. L. A.; SANTOS, I. C. C.; SORRENTINO, N. M. Visão computacional aplicada a robôs autônomos de baixo custo. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campus Campos Centro. Campos dos Goytacazes (RJ). 2016.
- OPENCV. Open source computer vision. [s.l.], 10 nov. 2017. Disponível em: <<http://opencv.org/>>. Acesso em 10 nov. 2017.

10. ANEXOS

INSTALAÇÃO DO OPENCV NO WINDOWS

- Você já deve possuir o Python 2.7 instalado juntamente com a biblioteca numPy, caso não tenha vá ao site oficial, e baixe a última versão do Python 2.7 e instale no C:/

1. Após instalar o Python e seus pacotes, conforme mostrado nos passos 1 e 2, abra o terminal Python IDLE, digite `import numpy` e confira se o pacote Numpy está funcionando corretamente (sem mensagem de erros);
2. Faça o download da versão mais recente da biblioteca OpenCV através do < <https://opencv.org/releases.html> > baixe a versão desejada e instale-o no seu diretório C:/
3. Acesse a pasta C:/opencv/build/python/2.7
4. Copie o arquivo cv2.pyd para o diretório C:/Python27/lib/site-packages
5. Abra o Python IDLE e digite: `'import cv2'` e verifique se não apresenta erro.

INSTALAÇÃO DO OPENCV NO RASPBERRY

Este processo é bem demorado, e deve ser feito com atenção. O link a baixo explica completamente passo a passo as configurações (em inglês). Lembre-se de instalar o python 2.7, este tutorial ensina duas vertentes, o 2 e o 3.

Install guide: Raspberry Pi 3 + Raspbian Jessie + OpenCV 3, abr. 2016. Disponível em: < <https://www.pyimagesearch.com/2016/04/18/install-guide-raspberry-pi-3-raspbian-jessie-opencv-3/> >. Acesso em: 30 nov. 2017.

CÓDIGO DO ARDUINO

***NOTA:** O código descrito abaixo somente executa um movimento e para o veículo, caso queira fazer um percurso, fazendo com que sempre após o final de um movimento – como virar

à esquerda – ele continue seguindo em frente, basta remover o comentário (//) antes do método acelerar().

Código:

```
int IN1 = 8; //MOTOR1
int IN2 = 9; //MOTOR1
int IN3 = 10; //MOTOR2
int IN4 = 11; //MOTOR2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(IN1, OUTPUT); //INICIALIZANDO
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
}

void loop() {
  while(Serial.available() > 0){
    switch(Serial.read()){
      case 't': //virar a direita
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, LOW);
        delay(450);
        //acelerarC(); //APOS VIRAR CONTINUA ANDANDO EM FRENTE
        break;

      case 'p': // Curva a esquerda
        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
```



```

    delay(400);
    //acelerarC(); //APOS VIRAR CONTINUA ANDANDO EM FRENTE
    break;

case 'h': // PARA ATÉ LER OUTRO COMANDO
    pararC();
    break;
case 'c':
    acelerarC(); // ANDA SOMENTE EM LINHA RETA - volta a andar se tiver parado com
o hexágono.
    break;
}
}
}

void pararC(){ //MÉTODO DE FREAR TOTALMENTE
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}

void acelerarC(){ //MÉTODO DE ACELERAR - para todos os movimentos em ação, e anda
em frente.
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, LOW);
    delay(500);
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}

```

CODIGO DO RASPBERRY.

***NOTA:** Para executar o Script do Raspberry e começar o funcionamento do carro, use da mesma forma descrita no tutorial de instalação do link citado a cima.

```
import time # IMPORTAÇÕES NECESSARIAS, FAÇA DOWNLOAD VIA apt-get SE
NECESSARIO
import cv2
import numpy as np
import serial
from picamera.array import PiRGBArray
from picamera import PiCamera
serial= serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600) # PORTA DE CONEXÃO COM O
ARDUINO
def auto_canny(image, sigma=0.33): # FUNÇÃO QUE GERA OS CONTORNOS
    v = np.median(image)
    lower = int(max(0, (1.0 - sigma) * v))
    upper = int(min(255, (1.0 + sigma) * v))
    edged = cv2.Canny(image, lower, upper)
    return edged
def main(): # PRINCIPAL
    camera = PiCamera() # INICIALIZANDO, E CONFIGURANDO A CAMERA
    camera.resolution = (640, 480)
    camera.framerate = 32
    rawCapture = PiRGBArray(camera, size=(640, 480))

    while True:
        for frame in camera.capture_continuous(rawCapture,
format="bgr", use_video_port=True):
            OriginalFrame = frame.array

            #TRATANDO A IMAGEM COM FILTROS, E APLICANDO PROPRIEDADES DO
OPEN CV

            gray = cv2.cvtColor(OriginalFrame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
            blurred = cv2.GaussianBlur(gray, (3,3),0)

            edges = auto_canny(blurred)
            cv2.imshow("Contornos Destacados", edges) #MOSTRANDO EM
JANELA A IMAGEM DA CAMERA ( NÃO É NECESSARIO)
            cnts_frame, contours, hierarchy =
cv2.findContours(edges,cv2.RETR_TREE,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
            rawCapture.truncate(0)
            for cnt in contours:

                area = cv2.contourArea(cnt)
```

```

        if (area>15000): # DETECTA FORMAS SOMENTE MAIORES QUE
15000 PIXELS DE AREA ( PODE SER ALTERADO)
            approx =
cv2.approxPolyDP(cnt,0.02*cv2.arcLength(cnt,True),True)
            if len(approx)==3: #CONPARANDO ARESTAS PARA
DESCOBRIR A FORMA
                serial.write('t') # ENVIANDO PARA O ARDUINO
                time.sleep(1)
                break
            elif len(approx)==5: #CONPARANDO ARESTAS PARA
DESCOBRIR A FORMA
                serial.write('p') # ENVIANDO PARA O ARDUINO
                time.sleep(1)
                break
            elif len(approx)==6: #CONPARANDO ARESTAS PARA
DESCOBRIR A FORMA
                serial.write('h') # ENVIANDO PARA O ARDUINO
                time.sleep(1)
                break
            # COMO NESSE CASO NÃO HÁ FORMAS ACIMA DE HEXAGONO (
OCTOGONO, DODECAGONO ),
            #QUALQUER COISA ACIMA DE HEXAGONO ELE JA CONSIDERA
CIRCULO, PARA EVITAR ERROS.
            elif len(approx)>=8: #CONPARANDO ARESTAS PARA
DESCOBRIR A FORMA
                serial.write('c') # ENVIANDO PARA O ARDUINO
                time.sleep(1)
                break
            k = cv2.waitKey(1) & 0xFF
            if k == 27: #ESC FINALIZA O SCRIPT
                break
            cv2.destroyAllWindows()
            serial.close()
#Main
if __name__ == "__main__" :
    main()

```