

## DRONE TERRESTRE: ESTRATÉGIA DE SEGURANÇA EM AMBIENTES PERIGOSOS

**Katiane de Medeiros da Rosa<sup>1</sup>, Júlia Elias Sala<sup>2</sup>, Leonardo Daros Santos<sup>3</sup>,  
Adilson Jair Cardoso<sup>4</sup>, Iuri Sônego Cardoso<sup>5</sup>**

<sup>(1)</sup>Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina; Criciúma, Santa Catarina; katiane.mr@aluno.ifsc.edu.br. <sup>(2)</sup>Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina; Criciúma, Santa Catarina; juliaesala@gmail.com.

<sup>(3)</sup>Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina; Criciúma, Santa Catarina; leonardo.dsan@gmail.com

<sup>(4)</sup>Professor; Instituto Federal de Santa Catarina; Criciúma, Santa Catarina; adilson.jair.cardoso@gmail.com.

<sup>(5)</sup>Professor; Instituto Federal de Santa Catarina; Criciúma, Santa Catarina; iuri.cardoso@ifsc.edu.br;

**Resumo:** O avanço da tecnologia está não só a melhorar a qualidade de vida, mas também a ajudar no dia a dia desde trabalhos rotineiros a situações de risco, com isso pode-se perceber que a lenta inclusão de robôs para auxiliar em trabalhos torna-se necessária, principalmente quando se põe em risco a vida humana. Para isso torna-se necessário que o robô utilizado tenha certa autonomia para poder se localizar e mapear, para conhecimento humano, o local em que adentra, e assim podermos tomar certa decisão em relação ao local explorado. O presente artigo assume a proposta de fazer-se um mapeamento SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) com uma proposta mais econômica utilizando assim o sensor Kinect juntamente com uma placa Raspberry Pi 2, aproveitando o robô drone terrestre já construído nas dependências do campus. No decorrer deste artigo destaca-se as dificuldades encontradas em relação ao manuseio de equipamentos e bibliotecas OpenCv e OpenKinect para linux pontuando-se as tecnologias utilizadas bem como o que a equipe julgou ser de melhor funcionalidade para tal desenvolvimento.

**Palavras-Chave:** Mapeamento. Kinect. SLAM.

### 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico vem proporcionando um significativo aumento de qualidade de vida para os humanos. Um exemplo clássico desses avanços são os robôs. De uma forma mais ampla, os robôs podem ser definidos como máquinas que, além de serem capazes de reproduzir tarefas associadas aos seres humanos e movimentos implícitos em sua construção, complementam a parte mecânica com dispositivos eletrônicos inteligentes de suporte, os quais lhes dão um certo grau de autonomia (ADAMOWSKI, 1990).

Um fator essencial para um sistema robótico é torná-lo autônomo. Robôs autônomos devem apresentar reações às mudanças do ambiente, comportamento inteligente, integração entre vários sensores, resolução de múltiplas tarefas, robustez, capacidade de operar sem falha, programabilidade, modularidade, flexibilidade, expansibilidade, adaptabilidade e raciocínio global.

Ainda no contexto de autonomia, destaca-se o problema da navegação que pode ser definido como os procedimentos necessários para permitir que um sistema robótico saia de uma configuração inicial e alcance uma configuração final

percorrendo um determinado caminho planejado, desviando de obstáculos quando existirem. Esse processo é comumente dividido em subproblemas que podem ser abstraídos em cinco níveis hierarquizados de autonomia: mapeamento do ambiente, localização, planejamento de caminho, geração de trajetória e execução de trajetória (ALSINA et al. 2002) conforme mostrado na Figura 1.

**Figura 1-** Fases para movimentação autônoma de um *drone* (SANTANA, 2011).



Quando as duas primeiras etapas do processo de navegação devem ser realizadas de forma simultânea geram o problema de SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

No nível de Mapeamento, o robô deve coletar dados do seu entorno, utilizando sensores, visando gerar modelos computacionais com as principais características estruturais do ambiente, essas informações serão usadas para construir um mapa do ambiente e determinar a posição e orientação do robô com relação a algum referencial fixo.

Uma importante etapa no processo de navegação de robôs móveis autônomos é a tarefa de localização. A partir de um conhecimento acumulado sobre o ambiente e utilizando as leituras atuais dos sensores, o robô deve ser capaz de determinar e manter atualizada a sua posição e orientação em relação a este ambiente, mesmo que os sensores apresentem erro e/ou ruído.

Borenstein & Feng (1996) classificam os métodos de localização em duas grandes categorias: métodos de localização relativa, que dão a pose do robô em relação a uma pose inicial e métodos de localização absoluta, que dão a pose global do robô e não necessitam das posições calculadas anteriormente. E o métodos mais simples, econômico e popular, a odometria (CONNELL, 2004). Neste a localização envolve apenas parâmetros internos do robô, e por isso não depende da obtenção de informações do ambiente ao seu redor.

O principal problema a ser resolvido em um robô móvel é gerar trajetórias e guiar seu movimento segundo estas, com base na informação proveniente do sistema de sensores externos, permitindo ao veículo mover-se entre os quaisquer pontos do ambiente de trabalho de maneira segura, sem colisão. Isso exige o projeto de sistemas de controle de trajetórias em diversos níveis hierárquicos, de maneira que o processamento da informação proveniente dos sensores externos assegure a maior autonomia possível. (SECHI, 2008).

Tivemos grandes avanços, relativos aos robôs de resgate, como foi o caso do tsunami no Japão recentemente. Nesta tragédia foi utilizado no Japão para vasculhar os escombros a procura de sobreviventes o robô T-53 Enryu com capacidade de movimentar os escombros. (TECHTUDO, 2012). Este evento marcante do tsunami ocorrido no Japão, levou os engenheiros a desenvolver o robô terrestre

Quince, um equipamento capaz de percorrer terrenos irregulares e recheados de obstáculos com velocidade de até 1,58 m/s, ajudando na localização dos desaparecidos. O robô conta também com um sensor capaz de detectar tanto ameaças radioativas quanto biológicas e químicas nos locais por onde passa, sem que seja necessário um humano passear pelo local e se submeter a perigos de áreas de risco (KOYANAGI, 2015).

Neste contexto, o objetivo geral deste projeto é desenvolver *drone* terrestre para uso ambientes de risco à vida, seja para antecipar o evento – inspeção prévia, ou busca de sobreviventes de um acidente. Este projeto tem como objetivos específicos: desenvolvimento de tecnologia para robôs terrestre; estudo de inteligência artificial para robô autônomo, preparação tecnológica para o mundo do trabalho dos alunos de engenharia mecatrônica do *campus* Criciúma através de sua participação como bolsistas.

## **2 METODOLOGIA**

Este projeto será focado no desenvolvimento das etapas: Mapeamento do Ambiente e Localização. No contexto deste projeto o *drone* será primeiramente controlado remotamente via computador com programa específico a ser desenvolvido, para depois se iniciar os estudos de sua movimentação autônoma. A seguir trata-se de como serão estudados e desenvolvidos estas etapas.

Como descrito no capítulo sobre localização, este é uma função essencial para a movimentação autônoma do *drone*. Para desenvolver esta etapa prevê-se a utilização de módulo GPS, giroscópios, acelerômetro e magnetômetro embarcado no mesmo. Estes sensores em conjunto vão fornecer condições para que o *drone* se localize e possa se movimentar de um ponto para outro usando os sensores adicionais podendo calcular sua posição com maior precisão ou mesmo na falta de sinal GPS.

O sistema de mapeamento será fundamental para traçar rotas de movimentação do *drone* e da atuação dos socorristas. Para a leitura dos dados externos estima-se o uso do sensor Kinect do console XBOX 360, o qual é capaz de gerar imagens 3D com um custo relativamente baixo. O desafio aqui é que os drives gratuitos para o mesmo são baseados em Windows. No contexto deste projeto se deseja desenvolver uma solução baseada em sistema operacional Linux.

Para acelerar o desenvolvimento deste projeto, será utilizado como base o *drone* terrestre desenvolvido com recursos do edital universal 2015-2016 do IFSC mostrado na Figura 2 com finalização em julho de 2016.

Este *drone* foi baseado no projeto apresentado pela empresa TRANSCEND ROBOTICS (TRANSCEND ROBOTICS, 2015), possuindo a capacidade de se movimentar em terrenos fortemente irregulares. No momento o *drone* está em testes com o cronograma de execução segundo o planejado. Este robô conta com sensores de gases e de câmera de vídeo adquirida separadamente. No contexto deste projeto prevê-se o desenvolvimento de um sistema de imagens própria (em vez de comprar câmera separadamente).

**Figura 2** - *drone* (Os Autores, 2017).



Para a transmissão de dados dos sensores prevê-se o estudo das tecnologias via GSM e WiFi. O sistema WiFi pode ser mais simples na sua operacionalização. Entretanto a transmissão com paredes como obstáculos pode inviabilizar sua utilização. Então, prevê-se o uso da tecnologia GSM com uma opção viável. Estas deverão ser testadas para definir a melhor relação custo-benefício, ou mesmo a utilização das duas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizando o estado atual do *drone* decidiu-se fazer modificações em relação ao *hardware*, devido a este estar com demasiado peso e havendo assim preocupação com sobrecarga nos motores. Deste modo montou-se duas caixas menores do que as anteriores compostas de alumínio, sendo que estas contêm um lado e tampas de acrílico, na figura 3 a seguir pode-se perceber a diferença entre o hardware antigo e o atual.

**Figura 3** – Comparativo então os dois *drones* confeccionados (Os Autores, 2017).



No *hardware* atual pode-se perceber a presença de sensores ultrassônico e de gás assim como no antigo, bem como a presença de uma câmera que foi substituído pelo sensor Kinect. As rodas e esteiras permaneceram as mesmas e pode-se perceber que não há mais a presença de um convite.

Ao analisar os testes executados na união das partes de *software* e *hardware*, pode-se perceber ao consultar ultrassônico, pitch, roll, gases bem como motores a comunicação estava ligeiramente perdido.

Após testes para solucionar o problema, percebeu-se que estava sendo utilizado em programação C, multi *threads* sendo assim uma para cada sensor que deveria ser consultado. Percebeu-se então que por utilizar o expansor i2c PCF8574,

este teria apenas um canal de comunicação onde as consultas estariam se perdendo atrapalhando assim a perfeita comunicação usuário-servidor. Para solucionar tal empecilho decidiu-se trabalhar com uma única thread, onde todas as informações seriam consultadas por um único canal, resolvendo assim o problema.

Para a realização da etapa do mapeamento inicialmente foram estudados os *softwares* necessários para a comunicação do Raspberry Pi 2 com o Kinect. Optou-se então pela utilização do OpenKinect (2011), pois sua distribuição se dá de forma gratuita e apresentou melhores funcionalidades e documentação.

Na próxima etapa ocorreu a instalação do *software* OpenKinect no Raspberry Pi 2 e realizou-se testes para verificar se o mesmo estava funcionando corretamente. Após foram estudados *softwares* para tratamento de imagem, buscando programas distribuídas de forma gratuita. Sendo assim optou-se pela utilização do OpenCV (2017), que atendia os requisitos desejados no projeto.

Depois da instalação do OpenCV foram realizados testes para verificar seu funcionamento, nesses percebeu-se que a imagem recebida tratava e possuía tempo de resposta muito baixo, sendo assim foram realizados estudos para a modificação da placa Raspberry Pi 2, sendo escolhida a placa CubieTruck 3 que possui processamento de 2Ghz e 2Gb de memória RAM, enquanto o Raspberry pi 2 possuía processamento de 700Mhz e 540MB de memória RAM.

Os *softwares* escolhidos para a execução do mapeamento permaneceram mesmo com a mudança da placa, pois os sistemas operacionais utilizadas em ambas as placas era baseado em Linux.

No entanto, no momento de instalar os *softwares* foi analisada a dificuldade de encontrar material para auxiliar a instalação, pois a placa CubieTruck não é comumente para esse fim, no caso mapeamento. Por esse motivo encontrou-se dificuldades para a instalação dos *softwares*. Sendo assim visando o andamento do projeto optou-se por retornar a placa Raspberry Pi 2, pois mesmo com a baixa velocidade de processamento os *softwares* escolhidos funcionavam corretamente.

No entanto, como o desenvolvimento integral do projeto proposto apresentava elevada complexidade não foi possível completar todas as etapas do desenvolvimento. No estado atual o Raspberry Pi 2 é habilitado para receber imagem e mostrá-la para o usuário.

Em virtude disso visa-se a continuação do projeto para trabalhar no tratamento de imagem e buscar soluções para os problemas encontrados no momento da instalação dos *softwares* do Cubietruck.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a reconstrução do *drone* os fatores relacionados ao melhoramento da estrutura atenderam a qualidade desejada, pois esta apresenta menor peso, o que garante melhor mobilidade ao *drone*. Outro fator físico que apresentou melhoramento foi a possibilidade da visualização da estrutura interna, pois foram utilizadas chapas de acrílico nas laterais onde anteriormente eram utilizadas chapas de ferro fundido.

Ao analisar os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto é perceptível que alguns aspectos precisam ser melhorados, sendo esses relacionados ao tratamento da imagem, e construção do mapa 3D, pois a imagem já pode ser obtida utilizando a placa raspberry pi e um computador como cliente.

Sendo assim, é perceptível a evolução tanto física quando em *software* do *drone* confeccionado durante a execução do projeto, quanto esse é comparado ao antigo apresentado durante o decorrer do presente artigo. Aspectos como movimentação, visualização dos componentes internos, obtenção de imagem foram incorporados, garantindo maior funcionalidades.

## REFERÊNCIAS

OPENKINECT. Getting Started. L: K, 2011. Disponível em: <[https://openkinect.org/wiki/Getting\\_Started/pt-br](https://openkinect.org/wiki/Getting_Started/pt-br)>. Acesso em: 05 jul. 2017.

OPENCV. Open Cv. L: P, 2017. Disponível em: <<http://opencv.org/>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

ADAMOWSKI, J.C., Simões, M.G. y Gozman, F.G., **Desenvolvimento de um robô móvel**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1990.

ALSINA, P. J., Gonçalves, L. M. G., Medeiros, A., A., D., Pedrosa, D. P. F. e Vieira, F. C. **Navegação e controle de robôs móveis, Mini Curso**. Congresso Brasileiro de Automática 2002.



CONNELL, J. e ALBERT, M. E. **Visual rotation detection and estimation for mobile robot navigation.**

KOYANAGI. Acessível em: <http://www.tecmundo.com.br/9124-japao-pode-ter-a-ajuda-de-robos-noresgate-das-vitimas-do-tsunami.htm>. Acessado em 14-03-2016.  
**QUINCE.** Robô para resgate. Disponível em <http://www.robaid.com/robotics/quince-search-andrescue-robot-developed-in-japan.htm>. Acessado em 14-03-2016.

SECHI. Dr. Humberto Secchi: **Uma Introdução aos Robôs Móveis.** Disponível em: [http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Uma\\_Introducao\\_aos\\_Robos\\_Moveis.pdf](http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Uma_Introducao_aos_Robos_Moveis.pdf). Acessado em 14-03-16.

TECHTUDO. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/04/robo-de-resgate-podelimpar-areas-devastadas-por-tsunami-no-japao.html>. Acesso em 14-03-2016.

TRANSCEND ROBOTICS. **Drone Terrestre.** Disponível em: <https://www.kickstarter.com/projects/1145776805/ground-drone-project-a-versatile-mobile-robotic-pl?ref=category>. Acessado em 14-03-2016.