

## Estudo e desenvolvimento de um CanSat com disseminação do conhecimento em formato de tutorial.

## Study and development of a CanSat with dissemination of knowledge in a tutorial format.

**Arthur Hiroyuki Cavequia  
Takahashi**  
[arthurhct@hotmail.com](mailto:arthurhct@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Cornélio Procópio,  
Paraná, Brasil

**Gabriel Alexandre Linhares  
Calper Seabra**  
[Gcalperseabra@gmail.com](mailto:Gcalperseabra@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Cornélio Procópio,  
Paraná, Brasil

**Luiz Felipe Lopes de Oliveira**  
[Luizfelipe.docx@gmail.com](mailto:Luizfelipe.docx@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Cornélio Procópio,  
Paraná, Brasil

**Luis Fernando Caparroz Duarte**  
[lfduarte@utfpr.edu.br](mailto:lfduarte@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Cornélio Procópio,  
Paraná, Brasil

### RESUMO

O presente trabalho apresenta o estudo e a construção de um CanSat (Can Satellite ou Satélite do tamanho de uma lata) para fins educativos e com o intuito de representar a UTFPR-CP em competições de foguetemodelismo, de forma que os conceitos estudados e os resultados obtidos são compartilhados com a sociedade em formato de tutoriais via internet. Para a execução deste trabalho foram seguidos os conceitos pré-estabelecido por competições internacionais de foguetemodelismo universitário, em especial a COBRUF Rockets 2018, na qual este trabalho participa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Picossatélite. Telemetria. Sensoriamento. Tutorial DIY.

### ABSTRACT

This work presents the study and construction of a CanSat (Can Satellite or a Satellite with the size of a can) for educational purposes and with the intention of representing the UTFPR-CP in rocket launch competitions, so that the studied concepts and the obtained results are shared with the community via tutorials by the internet. Pre-established concepts of international academic rocket launch competition were followed to guide the development, such as COBRUF Rockets 2018, in which this work takes part.

**KEYWORDS:** Picosatellite. Telemetry. Sensing. DIY Tutorial.

**Recebido:** 31 ago. 2018.

**Aprovado:** 14 set. 2018.

#### Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

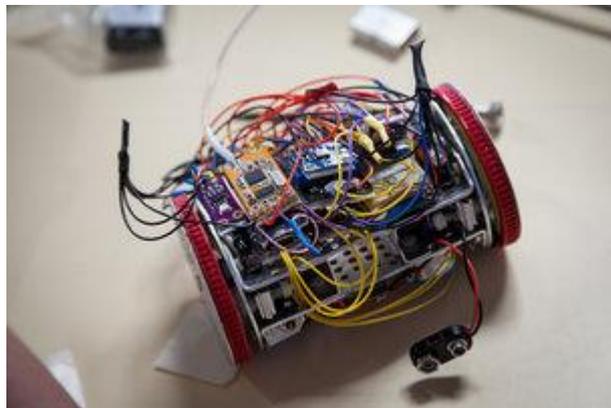


## INTRODUÇÃO

CanSats são picossatélites, ou seja, satélites limitados a massa total de 1kg que, segundo sugere seu nome, possui dimensões e formato baseados em uma lata de refrigerante ('can', do inglês, significa lata). Tal formato foi proposto com o intuito de viabilizar o acesso ao desenvolvimento aeroespacial por parte das universidades, devido a sua versatilidade, tendo sido amplamente difundido por meio de competições.

No geral CanSats são sistemas embarcados que podem ser subdivididos em 4 estruturas principais: o sistema de alimentação, o sistema de coleta de dados, o sistema de transmissão e o sistema principal (responsável por integrar todos os outros sistemas), como mostra a Figura 1. Comumente estes circuitos são levados em foguetes como experimentos científicos.

Figura 1 - Estrutura de um CanSat



Fonte: European Space Agency – ESA, 2016.

Tal formato para construção de satélite é importante para facilitar o acesso aos conceitos envolvidos com tecnologia aeroespacial, telemetria e eletrônica embarcada no geral.

A principal proposta dos pico e nanosatélites é viabilizar o design de satélites por instituições de ensino, de modo a aumentar a acessibilidade a tais recursos, assim como permitir maior quantidade de lançamentos dos mesmos com certa frequência. Tal formato vem ganhando bastante espaço em diversos seguimentos em que competições e eventos similares são cada vez mais frequentes, possibilitando troca de conhecimentos referentes a área aeroespacial.

Seguindo tais vertentes, este trabalho objetiva não somente o desenvolvimento de um CanSat, mas também compor parte da equipe que representa a UTFPR-CP em competições de foguetemodélismo, além de disponibilizar publicamente o conhecimento agregado durante o desenvolvimento do CanSat.

Tendo em vista que o público alvo deste tipo de conhecimento é formado por alunos graduandos e entusiastas da área, foi escolhido como meio de divulgação um site de tutoriais do tipo DIY (*Do it Yourself* ou faça você mesmo em tradução livre) denominado *Instructables*.

## MÉTODOS

### CONSTRUÇÃO

O desenvolvimento do CanSat foi separado em diversas etapas cronologicamente organizadas, assim como em diferentes sistemas. Tal metodologia foi utilizada, pois, permite um melhor acompanhamento do progresso do projeto em questão, de modo a organizar eficientemente prazos e datas.

A primeira etapa realizada foi o projeto das características do CanSat, o que inclui a escolha do microcontrolador, sensores, sistema de alimentação, componentes estruturais e sistema de comunicação. Durante esta etapa, foram levados em consideração os seguintes parâmetros:

- Parâmetros físicos de um CanSat: de acordo com a definição de CanSat, o mesmo deve possuir massa inferior ou igual a 350g, e formato cilíndrico, com diâmetro de 6,6cm e altura de 11,5cm.
- Versatilidade: como o prazo de construção do CanSat é limitado a alguns meses, este torna-se um parâmetro importante, ao passo que todos os componentes do sistema devem ser ajustados e agrupados respeitando um prazo limite. Por consequência todos os componentes do sistema devem permitir tal abordagem.
- Custo total do projeto: levando-se em conta que a equipe possui muitas limitações financeiras e também devido ao fato de muitas competições imporem limitações de gastos, este parâmetro é importante e talvez um dos mais limitantes em relação a escolha dos componentes dos sistemas.
- Parâmetros de lançamento: como o CanSat é comumente lançado a partir de um foguete é de extrema importância levar-se em consideração as variações de aceleração as quais o mesmo será submetido, principalmente em relação aos componentes eletrônicos, que dentre os componentes dos sistemas, no geral, são os mais sensíveis a perturbações externas, sejam elas eletroestáticas ou mecânicas.

Tendo em vista todos os parâmetros a serem respeitados, os componentes escolhidos para os sistemas, foram os seguintes:

- 1x Acelerômetro e giroscópio digitais de três eixos - MPU6050;
- 1x Magnetômetro digital de três eixos - HMC5883L;
- 1x Barômetro digital - BMP280;
- 2x Transceptores 2.4GHz - NRF24L01+;
- 1x GPS - Tyco A1035D;
- 2x placas de desenvolvimento – ARM® Cortex®-M4F Based MCU TM4C123G LaunchPad;
- Bateria;
- Estrutura;

As escolhas dos sensores, sistema de comunicação e microcontrolador, foram principalmente baseadas na acessibilidade e versatilidade dos mesmos. Contudo, outros aspectos interessantes também foram analisados, principalmente em relação ao microcontrolador.

A opção por um microcontrolador de arquitetura ARM® Cortex®-M4F, deveu-se principalmente ao seu poder de processamento superior em relação a arquitetura RISC, permitindo a evolução em complexidade (até certo ponto) das aplicações do CanSat utilizando-se o mesmo microcontrolador. Além do mais, o microcontrolador escolhido apresenta a característica de ser de ultra baixo consumo, ideal para aplicações como um CanSat que possui estoques limitados de energia para operação.

Por fim, é interessante ressaltar que outro ponto decisivo foi a documentação referente ao microcontrolador, além de possuir um *datasheet* bem organizado e completo, a desenvolvedora do microcontrolador também disponibiliza materiais extras sobre as características do mesmo e como utiliza-las, além de vários recursos e bibliotecas acessíveis por meio do ambiente de programação.

O sistema de comunicação apresenta algumas restrições a mais, além dos parâmetros apresentados previamente, uma vez que a transmissão em RF é apenas permitida em algumas faixas de frequências que não estão ocupadas por outros serviços, como por exemplo telefonia celular.

Após deliberar quanto aos prós e contras dos diferentes transceptores de RF, optou-se por um transceptor de 2.4GHz, devido ao fato de o mesmo já possuir um protocolo de comunicação implementado, assim como alguns sistemas de verificação de transmissão e recebimento. Permitindo ainda a taxa de transmissão de 2Mb/s a um consumo energético relativamente baixo entre outros recursos adicionais.

A escolha dos sensores não foi tão criteriosa, sendo que as especificações mecânicas e elétricas (tipo de alimentação, interface de comunicação, consumo energético) foram as principais características levadas em conta, tendo em mente que o principal objetivo era o desenvolvimento do CanSat como um todo. Contudo, algumas características individuais foram relevadas, o que incluiu a precisão entre outras características dos sensores.

Por consequência, o projeto da estrutura também foi baseado em um design simples, ao passo que o desenvolvimento do sistema embarcado foi priorizado neste projeto. Ou seja, a estrutura foi projetada de modo a simplesmente cumprir a função de proteger o sistema embarcado nela contido, sem que parâmetros como eficiência ou versatilidade fossem considerados.

Com relação ao sistema de alimentação, o que inclui o dimensionamento da bateria e a necessidade de reguladores de tensão, foi tomado como base os piores casos de funcionamento de cada módulo, ou seja, a faixa de trabalho dos quais forneciam os maiores valores de corrente, já que o mau dimensionamento poderia acarretar sérios problemas. Além disso, existem outras variáveis que devem ser levadas em conta: a tensão fornecida pela bateria, sua autonomia, o material de

que é feita, sua massa e tamanho e suportar as condições de operação dentro do foguete. Então, escolheu-se uma bateria que pudesse suprir aproximadamente 160mA, valor de corrente aproximado que o CanSat consome.

Seguindo o cronograma proposto para o desenvolvimento do CanSat, o passo seguinte resumiu-se a dominar as técnicas e conhecimentos necessários para a implementação dos sistemas propostos, ou seja, aprender a utilizar os protocolos de comunicação serial utilizados pelos sensores escolhidos, neste caso os protocolos de comunicação serial I<sup>2</sup>C, SPI e UART, assim como aprender a programar o microcontrolador selecionado.

Para tanto, por meio de algumas referências bibliográficas, datasheets, assim como videoaulas, estudou-se de maneira teórica os protocolos de comunicação serial necessários e algumas características do microcontrolador ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M4F.

Tendo aprendido os conceitos básicos necessários para implementação e utilização dos sensores e microcontrolador, pôde-se avançar para a fase de implementação dos mesmos. Primeiramente, criou-se bibliotecas para implementar os protocolos de comunicação serial no microcontrolador, de modo a configurar devidamente os módulos de comunicação SPI, I<sup>2</sup>C e UART presentes no mesmo e simplificar a implementação dos sensores posteriormente, tornando o algoritmo mais organizado.

Implementando os sensores de fato, novamente por meio da criação de bibliotecas, nas quais a inicialização do sensor é realizada através de configurações iniciais como fundo de escala, frequência de medições, entre outras (quando existirem). Estas configurações são realizadas de modo a garantir o funcionamento do sensor como proposto. Além do mais, rotinas de leitura e escrita também são definidas de maneira a permitir a obtenção dos dados desejados.

Figura 2 - Fotos do CanSat montado



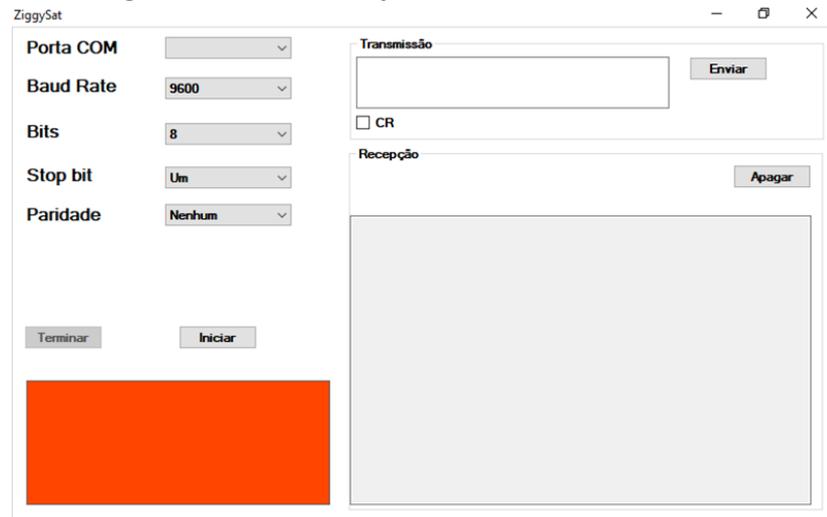
Fonte: Autoria própria (2018).

## AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DO DADOS

Tendo em vista a utilização de vários módulos, todos possuem como objetivo monitorar a variação de grandezas como temperatura, pressão, velocidade, aceleração, campo magnético e localização (GPS) durante o trajeto de um foguete. Tal foguete será desenvolvido pela equipe Rocket, na UTFPR-CP. Esse monitoramento é muito útil para se ter conhecimento da dinâmica e dos efeitos que tais grandezas geram sobre o sistema como um todo.

Os dados fornecidos pelos módulos serão transmitidos através de um transmissor de rádio frequência, como descrito na construção, e serão tratados através de uma IHM (interface homem-máquina). A IHM possibilita a aquisição, tratamento e apresentação dos dados recebidos do satélite, sendo implementada utilizando linguagem C#, através do Software Visual Studio.

Figura 3: tela de inicialização da IHM em desenvolvimento.



Fonte: Autoria própria (2018).

## DIVULGAÇÃO DOS CONHECIMENTOS OBTIDOS

Tendo concluído todas as pesquisas quanto as estruturas do CanSat, assim como sua implementação física, todo o conhecimento gerado estava pronto para ser divulgado, para tanto, por meio de sites de divulgação de tutoriais, que de certa forma podem apresentar caráter científico, embora não sejam tão rigorosos quanto as submissões de conteúdo aos mesmos, realizou-se tal tarefa.

A escolha de tais veículos de informação se deu devido a grande popularidade dos mesmos, ao passo que permitisse a maior cobertura possível, disponibilizando, desta forma, a possibilidade de acesso a esse tipo de informação a um maior número de pessoas.

Outro ponto considerado durante a elaboração do tutorial foi a maneira com a qual a informação seria disponibilizada, ou seja, o tipo de linguagem empregada, assim como a disposição e a exibição das informações. Considerando que o principal objetivo era a abrangência de público, uma linguagem mais simples e informal foi adotada, de modo a explicar de maneira eficiente os conceitos envolvidos durante o processo de desenvolvimento do CanSat. A abordagem escolhida seguiu o estilo de uma narrativa, apresentando em ordem cronológica o trabalho desenvolvido.

No entanto, devido a inexistência de uma plataforma brasileira de divulgação de tutoriais de grande abrangência, acabou-se por optar pela plataforma *Instructables*, o que por consequência requeria que o tutorial fosse escrito em inglês, idioma nativo da plataforma.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho apresentou o estudo e desenvolvimento de um picossatélite e foi executado com o propósito de dar início a uma atividade experimental na área de Engenharia Eletrônica com ênfase Aeroespacial na UTFPR-CP.

Também é importante salientar que a parceria com a equipe Rocket se deve à proposta de utilizar o CanSat durante a competição COBRUF Rockets 2018, sendo esta importante para a divulgação científica, formação dos participantes e para comunidade como um todo.

Todo o conteúdo gerado durante o desenvolvimento do projeto teve como propósito a disseminação do aprendizado, o qual foi executado a partir da disponibilização no site de DIY *Instructables*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além do início das atividades experimentais, considera-se que a participação na competição COBRUF Rockets 2018 poderá gerar uma boa visibilidade para os cursos de Engenharia da UTFPR-CP no que tange a projetos tecnológicos nas áreas aeroespacial, instrumentação, telemetria e eletrônica embarcada.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UTFPR pela viabilização da bolsa fornecida por meio do DEPEX. Agradecemos também à equipe Rocket da UTFPR-CP pela parceria na participação da COBRUF Rockets 2018.

## REFERÊNCIAS

**CubeSat design specification REV.13**, The CubeSat Program, Cal Poly SLO.

Disponível em:

<[https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/56e9b62337013b6c063a655a/1458157095454/cds\\_rev13\\_final2.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/56e9b62337013b6c063a655a/1458157095454/cds_rev13_final2.pdf)>. Acesso em: Set/2018

KIEF, Craig et al. **The Advent of the PnP Cube Satellite**. In: Aerospace Conference, 2012 IEEE. 2012, Big Sky. Anais... Big Sky: IEEE, 2012, p.1-6.

MEDIN, Gordana. **Nano/Pico/Femto-Satellites**: Review of Challenges in Space Education and Science Integration towards Disruptive Technology. In: 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing. 5., 2016, Bar. Anais...Bar: Faculty of Science and Mathematics, University of Montenegro, 2016, p. 357-362.