

# Integração de Dados GPS do Satélite Curie: Processo de Extração, Transformação e Carregamento para Análise em Solo

Rafael Modesto de Sousa Moura\*, Jovan Angelo Rodrigues de Souza†

XXIX Encontro de Iniciação Científica do ITA – XXIX ENCITA/2024

## Resumo

Este artigo apresenta o processo de integração dos dados GPS provenientes do satélite Curie, com foco na extração, transformação e carregamento (ETL) desses dados para análise em solo. O satélite Curie está equipado com um gravador de dados que captura informações de localização por meio do sistema de posicionamento global (GPS). O processo de ETL é essencial para transferir esses dados do satélite para a estação terrestre, onde podem ser analisados para diversos propósitos. Este artigo descreve as etapas envolvidas na extração dos dados do gravador de dados do satélite, a transformação dos dados para garantir sua integridade e relevância, e o carregamento dos dados para a estação terrestre. A compreensão desse processo é fundamental para garantir a eficácia e a utilidade dos dados capturados pelo satélite em aplicações futuras, como monitoramento ambiental, pesquisa científica e operações de navegação.

**Palavras-chave:** nanossatélite. ETL. GPS.

## 1 Introdução

ETL (*Extract, Transform, Load*) é um processo fundamental na integração de dados, envolvendo a coleta de informações de diversas fontes (*extract*), a transformação desses dados para um formato adequado (*transform*) e a carga dos mesmos em um destino final (*load*), como um painel de visualização. Essa abordagem visa garantir a qualidade e a consistência dos dados, permitindo a análise e a tomada de decisões baseadas em informações confiáveis. (IBM, 2024)

Esta pesquisa aborda a execução de um processo ETL para análise dos dados de geoposicionamento de um nanossatélite da classe cubesat, o Curie, através da interface visual de um *dashboard* na ferramenta PowerBI.

Os dados de posição são obtidos através do enlace do satélite com a constelação GPS e são transmitidos para a estação de solo também por meio de um enlace com a antena do Curie, conforme indicado na Fig. 1

\*ITA, bolsista PIBIC-CNPq, Prof. Dr. Christopher Cerqueira, [modesto@ita.br](mailto:modesto@ita.br).

†ITA, bolsista DT-CNPq, [jovan.ars@gmail.com](mailto:jovan.ars@gmail.com).

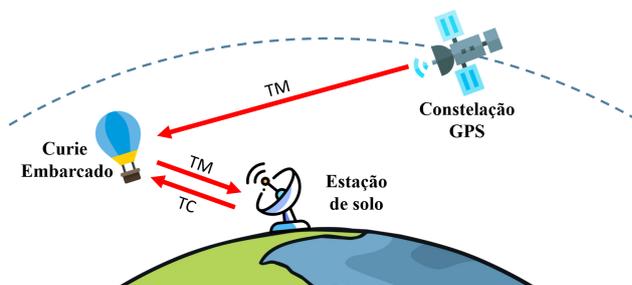


Figura 1 – Enlaces Curie-GPS e Curie-estação de solo.

## 2 Plataforma Curie

O cubesat Curie, desenvolvido pela iniciativa acadêmica ITACube, possui três placas principais:

1. Placa de processamento e sensores (superior): contém o sensor de GPS e a antena LTE responsável pelo enlace com a estação de solo.
2. Placa de energia e dados (intermediária): responsável pela alimentação dos componentes e armazenamento dos dados no cartão SD.
3. Placa do experimento (inferior): específica para a missão, fora do escopo deste artigo.

Os detalhes das duas primeiras placas, desacopladas, podem ser observados na Fig. 2.

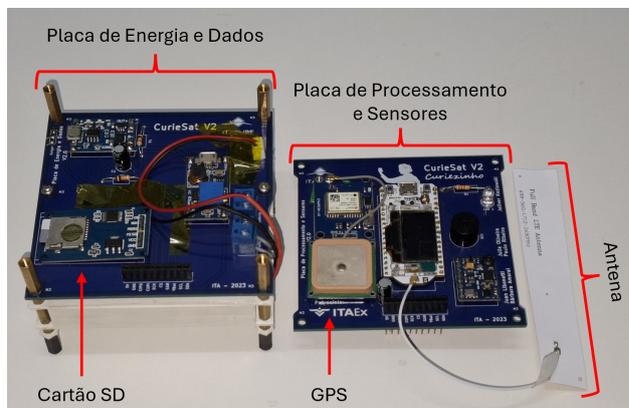


Figura 2 – Cubesat Curie utilizado na pesquisa.

## 2.1 Sistema de Posicionamento Global

O sistema de posicionamento global, GPS, utiliza pelo menos três satélites para indicar a posição de um receptor na Terra. A Fig. 3 apresenta um esquema de como esse processo, chamado de triangulação, obtém a localização do sensor. (KAPLAN; HEGARTY, 2017)

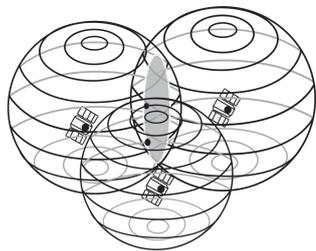


Figura 3 – Triangulação feita por satélites GPS.

O sensor de GPS instalado na placa superior do Curie capturou a sua posição durante a realização do experimento, com informações de latitude, longitude, e altitude em relação ao nível do mar. Esses dados são escritos pelo sensor em um arquivo de formato JSON, junto com o *timestamp* dos instantes de cada medição.

## 2.2 Fluxo de dados

Para visualizar a trajetória do satélite em relação à Terra, permitindo a análise das informações de interesse do experimento realizado, o fluxo de dados se desenrola da seguinte maneira:

### 2.2.1 GPS

A rede global de GPS, através da triangulação já discutida, envia para o balão as suas informações de telemetria de posição;

### 2.2.2 Segmento de Bordo

O Curie armazena esses dados no seu cartão SD e faz o envio através do enlace da antena LTE com a estação de solo;

### 2.2.3 Segmento de Solo

Os dados recebidos em JSON são armazenados no disco da estação de solo no formato CSV. Os dados em CSV são transformados para uma base de dados PostgreSQL que, por fim, alimenta o *dashboard* em PowerBI.

Esse processo é descrito no diagrama de sequência em UML (SEIDL et al., 2014) na Fig. 4.

## 2.3 Resultados

Os *dashboards* obtidos ao final do processo no PowerBI apresentam a contagem de dados obtidos (ID), data e local, bem como informações de latitude, longitude e altitude para cada medição, conforme exemplo na Fig. 5.

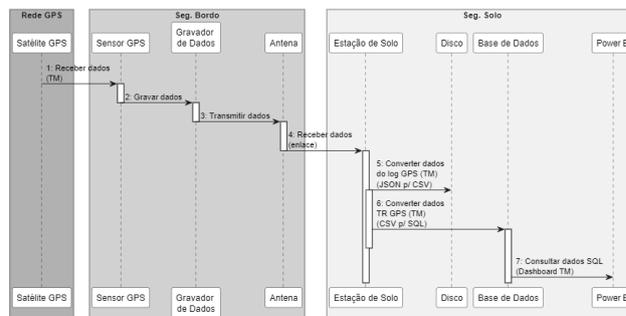


Figura 4 – Diagrama de sequência do fluxo de dados. (TM = Telemetria; TR = Tempo Real)



Figura 5 – *Dashboard* no PowerBI com as informações de posição do satélite.

Os dados de posição estão sobrepostos a uma imagem de satélite na figura. As cores são relativas à altitude do balão, com o azul se referindo a altitudes abaixo de 10000 metros; o amarelo, entre 10000 e 20000 metros; e o vermelho, acima de 20000 metros.

## 3 Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o CNPq, que forneceu uma bolsa de Iniciação Científica durante a realização deste projeto. Agradeço ao time da ITACube, iniciativa que trabalhou no desenvolvimento do Curie. Agradeço ao Centro Espacial ITA, o CEI, que prestou todo o suporte necessário para o estudo realizado nesta pesquisa. Agradeço, também, à associação de ex-alunos apoiando o ITA, a ITAEx, pelo apoio material, pela confiança, e pelos incentivos dados à iniciativa desde a sua concepção.

## Referências

- IBM. *What is ETL (extract, transform, load)?* 2024. <<https://www.ibm.com/topics/etl>>. Acessado em: 30 jul. 2024.
- KAPLAN, E. D.; HEGARTY, C. *Understanding GPS/GNSS: principles and applications*. [S.l.]: Artech House, 2017.
- SEIDL, M. et al. *UML@ classroom: An introduction to object-oriented modeling*. [S.l.]: Springer, 2014.