



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

GLEIDSON LUAN SENA ALVES

Relatório: Rover

Teresina

Dezembro - 2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. INSTALAÇÃO DO INTERRUPTOR.....	3
3. SUPORTE PARA A CÂMERA.....	5
4. TESTE INTENSIVO DA CÂMERA.....	7
5. ROVER FOLLOWCIRCLE.....	9
6. DIFICULDADES ENFRENTADAS.....	9
7. PRÓXIMOS PASSOS.....	10
8. CONCLUSÃO.....	10
9. BIBLIOGRAFIA.....	11

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo apresentar, de forma clara e objetiva, as atividades realizadas no período de 14 de novembro a 12 de dezembro. Os progressos realizados se concentram na instalação de um interruptor de energia provisório para o case de pilhas do Rover, a modelagem e impressão de um modelo 3d funcional para a câmera, testes intensivos da câmera e lente, estudo sobre o desbalanceamento da potência dos motores e criação de exemplo de uso do Rover, já implementado com uma primeira versão da biblioteca que está sendo escrita para abstrair o funcionamento do hardware.

2. INSTALAÇÃO DO INTERRUPTOR

• Interruptor

Como foi exposto no relatório anterior, referente a novembro de 2025, realizamos uma primeira tentativa de instalar um interruptor no compartimento de pilhas. Nessa tentativa, trabalhávamos com o interruptor original do Rover. Devido a algumas complicações, acabamos danificando a peça, o que impossibilitou seu uso.

Diante disso, adquirimos um novo interruptor, que será utilizado apenas de forma provisória, pois seu formato e suas dimensões não são compatíveis com a carcaça do Rover. Abaixo, segue o interruptor adquirido:



Figura 1: Interruptor adquirido.

- **Instalação do interruptor**

Com o novo interruptor em mãos, o processo de instalação ocorreu sem problemas. Como esse interruptor será utilizado de forma temporária, optamos por não soldar cabos a ele; em vez disso, apenas inserimos os fios de cobre na entrada e na saída do circuito. A saída foi conectada diretamente à entrada VCC da ponte-H.

O passo seguinte foi a medição da tensão, com o objetivo de garantir que a corrente estivesse fluindo conforme o esperado através do interruptor. Na medição, constatamos uma tensão de 8,96 V, valor compatível com o esperado, de acordo com as medições anteriormente relatadas em relação à capacidade do compartimento de pilhas do Rover 1.0:

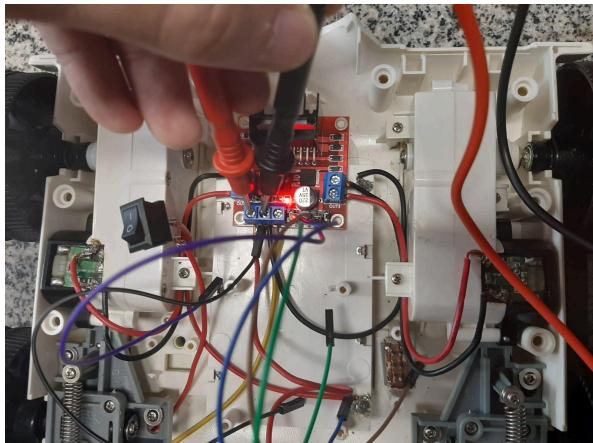


Figura 2: Interruptor instalado.

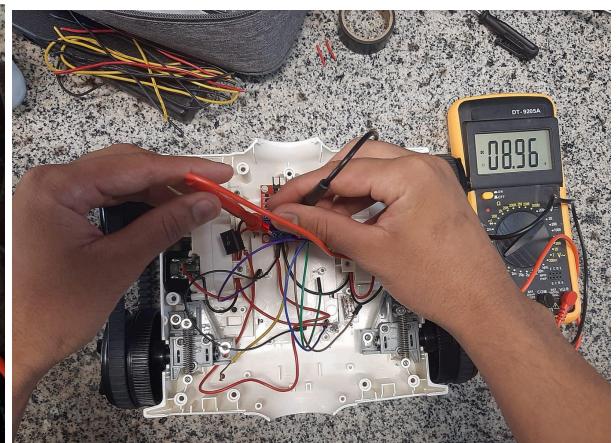


Figura 3: Medição da tensão do interruptor.

3. SUPORTE PARA A CÂMERA

- **Modelo de placas**

Após algumas tentativas frustradas na modelagem de um suporte para a câmera C3762 (SHCHV), a equipe decidiu reformular o modelo, propondo uma nova solução baseada em duas chapas: uma inferior e outra superior. Essas chapas prendem a câmera entre si e permitem a fixação do suporte, juntamente com a câmera, ao Rover por meio de parafusos. Abaixo o modelo descrito:

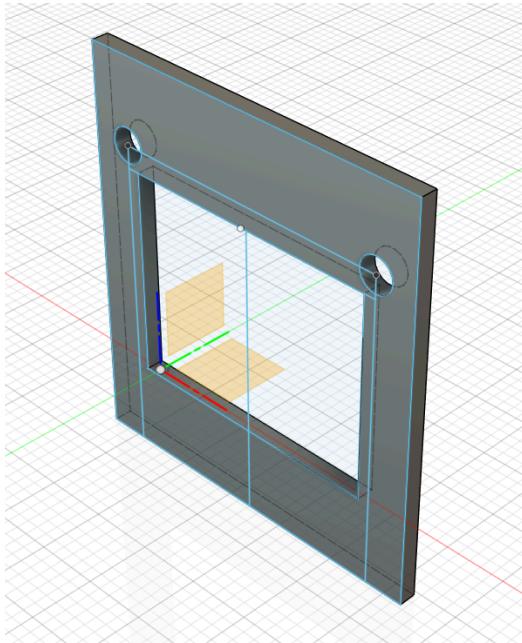


Figura 4: Parte de baixo do suporte.

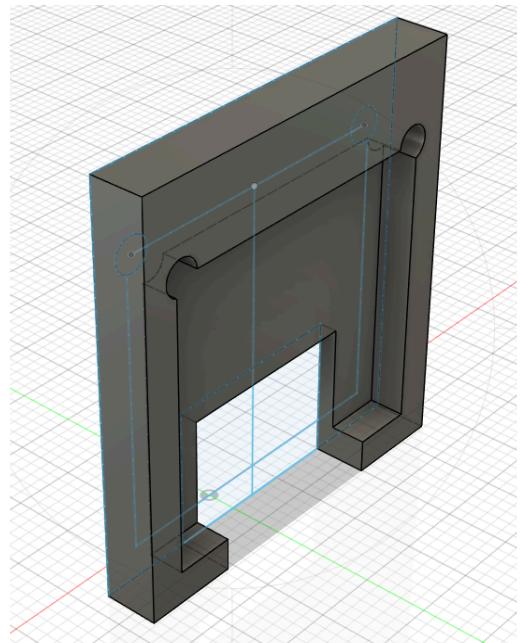


Figura 5: Parte de cima do suporte.

- **Primeira impressão do novo modelo**

Com o modelo concluído, realizamos a primeira impressão, na qual foram identificados erros decorrentes de medidas incorretas da câmera e da posição dos parafusos responsáveis pela fixação do suporte ao Rover:



Figura 6: Suporte impresso com medidas erradas.



Figura 7: Suporte impresso com medidas erradas.

- **Suporte funcional**

Após essa primeira impressão e seus resultados pouco satisfatórios, corrigimos rapidamente as medidas e realizamos uma nova impressão. Por fim, obtivemos um suporte funcional para a câmera:



Figura 8: Suporte funcional.



Figura 9: Suporte acoplado ao Rover.

O modelo final e os outros modelos que não geraram os resultados esperados estão no repositório do [github](#).

4. TESTE INTENSIVO DA CÂMERA

● Metodologia

Os testes foram realizados utilizando uma Raspberry Pi equipada com a câmera IMX219 (8 MP, modelo C3762).

Foram executadas séries de dez imagens em quatro resoluções distintas: 3280×2464 , 1920×1080 , 640×480 e 640×640 . Para avaliar o desempenho óptico do sensor, três objetos de diferentes dimensões (pequeno, médio e grande) foram fotografados em quatro distâncias aproximadas do sensor (30 cm, 60 cm, 100 cm e 150 cm).

Cada combinação de objeto, distância e resolução gerou uma sequência de imagens em modo contínuo, permitindo a análise de foco, brilho, nitidez, aberração cromática e comportamento da câmera frente a variações de escala e profundidade.

Os testes foram conduzidos em ambiente interno com iluminação artificial uniforme e estável, sem interferência de luz externa, garantindo condições experimentais consistentes e comparáveis entre todas as capturas.

● Resultados

Os testes com a câmera IMX219 evidenciaram variações significativas na qualidade da imagem em função da resolução utilizada, do tamanho dos objetos e da distância em relação à lente. A resolução máxima (3280×2464) apresentou maior nível de detalhe, porém com maior incidência de aberração cromática (*purple fringing*) e desfoque nas bordas. A resolução 1920×1080 mostrou o melhor equilíbrio entre nitidez e desempenho, enquanto resoluções mais baixas (640×480 e 640×640) resultaram em perda de detalhes, especialmente para objetos pequenos e distantes, embora ofereçam maior velocidade de captura.

Objetos médios e grandes foram adequadamente capturados em todas as resoluções, com melhores resultados nas resoluções mais altas. Em relação à distância, os melhores resultados ocorreram em torno de 60 cm do sensor, enquanto distâncias muito curtas ou longas comprometeram a nitidez devido à ausência de autofocus.

Entre os principais problemas observados destacam-se o desfoque periférico, a presença de franjas roxas nas bordas da imagem e variações de nitidez decorrentes da limitação óptica do sensor.

As imagens adquiridas durante o testes podem ser acessadas, por meio do seguinte driver: [TestesDoNovoSensor](#).

● Conclusão

Em decorrência dos problemas discutidos no tópico anterior, fica evidente que, para aplicações futuras, será necessária a utilização de uma câmera de maior qualidade, com foco automático e sem a ocorrência de *purple fringing*. Abaixo, apresenta-se a indicação de uma câmera que atende às necessidades levantadas durante o teste intensivo realizado.

Câmera	Arducam IMX519
--------	----------------

Resolução	4656x3496 pixels (16MP)
Taxa de quadros(FPS)	Até 120 FPS
Campo de visão/FoV	80°
Tipo de foco	Automático

Mais informações técnicas podem ser encontradas no site [AMAZON](#).

5. ROVER FOLLOWCIRCLE

Com os avanços significativos alcançados nas áreas de hardware, incluindo um Rover funcional, e no software, com a primeira versão da biblioteca desenvolvida, tornou-se possível realizar a primeira aplicação de visão computacional na plataforma do Rover. Diante disso, a equipe se mobilizou para desenvolver um script que permitisse ao Rover seguir uma bola de forma autônoma.

- **Pré-Processamento de imagem:**

Para a realização dessa tarefa, foram utilizadas algumas técnicas de pré-processamento, como conversão para tons de cinza, detecção de bordas, manipulação de brilho e segmentação por cor.

- **Visão:**

Para o reconhecimento das esferas, utilizamos técnicas matemáticas com forte embasamento geométrico, destacando-se a Transformada de Hough e a aplicação de limiares de circularidade.

- **Movimento:**

Para o movimento utilizamos pulsos pwm para controle da ponte-H, assim possibilitando controlar a rotação dos motores.

Todas as técnicas e funcionalidades citadas foram implementadas na biblioteca do Rover e podem ser analisadas de forma mais aprofundada na [rover_lib](#) e [examples](#).

6. DIFICULDADES ENFRENTADAS

- **Câmera**

Foram enfrentadas dificuldades relacionadas à aquisição de frames com a câmera IMX219 (8 MP, modelo C3762), em decorrência dos problemas previamente discutidos no tópico de **Teste Intensivo** da câmera. Essas limitações dificultaram significativamente o processo de reconhecimento de esferas, principalmente devido à presença do efeito *purple fringing*.

- **Motores**

Durante o desenvolvimento do script que permite ao Rover seguir a bola de forma autônoma, foram enfrentadas dificuldades significativas relacionadas ao desbalanceamento na velocidade de rotação dos motores. Observou-se que um dos motores apresenta velocidade de rotação consideravelmente inferior ao outro, sendo o motor direito o que opera com menor velocidade.

7. PRÓXIMOS PASSOS

- **Instalar novos motores:** Tendo em vista o problema dos motores desbalanceados, é necessário trabalhar em uma solução adequada. A alternativa mais evidente consiste na substituição dos motores com maior velocidade de rotação.
- **Estudar sensores de detecção de objetos:** Atualmente, o Rover extrai informações do ambiente exclusivamente por meio de um sensor óptico (câmera). No entanto, para tornar a plataforma mais robusta, é necessário estudar a integração de sensores adicionais, como LIDAR e sensores ultrassônicos, para a detecção de objetos por proximidade, ampliando significativamente o conjunto de possibilidades e aplicações do sistema.
- **Otimizar o uso da carcaça do Rover:** É necessário otimizar o uso do espaço na carcaça do Rover 1.0, a fim de acomodar todos os componentes necessários para a modernização da plataforma.
- **Plataforma de injeção de scripts:** Atualmente, a execução dos algoritmos diretamente no Rover é uma tarefa exaustiva e complexa. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de um ambiente que possibilite a abstração da parte técnica de funcionamento do Rover para o usuário final.

8. CONCLUSÃO

Durante o período das atividades realizadas neste presente relatório, foram alcançados marcos significativos. Primeiramente, conseguimos finalizar as reformas iniciais do Rover, tornando-o uma plataforma funcional, capaz de extrair informações do ambiente e executar ações com base nesses dados.

Além disso, foi concluída uma versão inicial da biblioteca do Rover, possibilitando a abstração das partes mais complexas de seu funcionamento por meio dos módulos implementados. Também foi desenvolvida a primeira aplicação de visão computacional na plataforma, integrando as melhorias de hardware com a construção do software e unificando as duas principais vertentes do projeto.

Ademais, a equipe apresentou uma evolução expressiva ao longo desse período, desenvolvendo habilidades que serão cruciais para a continuidade do projeto. As atividades realizadas neste mês demonstram um avanço consistente em direção ao objetivo final.

9. BIBLIOGRAFIA

- a. INSTRUCTABLES. **Brookstone Rover: Massive Upgrade.** Disponível em: <https://www.instructables.com/Brookstone-Rover-Massive-Upgrade/>.
Acesso em: 13 dez. 2025.
- b. ARDUCAM. **Arducam IMX519 Autofocus Camera Module for Raspberry Pi.** Disponível em:<https://www.amazon.com/Arducam-IMX519-Autofocus-Raspberry-Compatible/dp/B0B3XBQM9Z/>.
Acesso em: 13 dez. 2025.
- c. TURING TALKS. **Transformada de Hough: detectando formas geométricas em imagens.** *Medium*, s.d. Disponível
em:<https://medium.com/turing-talks/transformada-hough-detectando-formas-geom%C3%A9tricas-em-imagens-6d831be61ee8>.
Acesso em: 13 dez. 2025.
- d. TURING TALKS. **HoughCircles: detecção de círculos em imagens com OpenCV e Python.** *Medium*, s.d. Disponível
em:<https://medium.com/turing-talks/houghcircles-detec%C3%A7%C3%A3o-de-c%C3%ADculos-em-imagens-com-opencv-e-python-2d229ad9d43b>.
Acesso em: 13 dez. 2025.
- e. OFFSOUZA, O. **Segmentando objetos pela cor com OpenCV.** *Medium*, s.d. Disponível em:
<https://offsouza.medium.com/segmentando-objetos-pela-cor-opencv-487d5181b473>.
Acesso em: 13 dez. 2025.
- f. GEEKSFORGEEKS. **Python | OpenCV Canny function.** 2023. Disponível em:
<https://www.geeksforgeeks.org/python/python-opencv-canny-function/>.
Acesso em: 13 dez. 2025.