

Universidade Federal de MinasGerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Introdução a Robótica
Professor: Mário Fernando Montenegro Campos

Trabalho Prático 3

Utilização de Sensores

Grupo5:

Pedro Henrique Ribeiro de Assis - pedrohr@dcc.ufmg.br
Rafael Ferreira dos Santos - rafaelfdsantos86@gmail.com
Thiago Lima Louback - thiagolouback@hotmail.com

Introdução

O trabalho prático 3 consiste em criar um robô autônomo utilizando peças Lego. O robô deverá ser capaz de realizar tarefas associadas ao uso de sensores.

As tarefas são: reconhecimento de cores, percorrer um trajeto sobre uma linha preta no chão, seguir luzes polarizadas, seguir paredes e implementar um sistema de controle capaz de permitir a movimentação em linha reta.

Objetivos

O objetivo do trabalho é familiarizar com o uso de sensores, como sua construção, avaliação e processamento dos sinais medidos.

Os sinais serão utilizados como dados de entradas em procedimentos relacionados às tarefas que o robô deverá ser capaz de realizar.

Desenvolvimento

Inicialmente, optamos por modificar a estrutura do robô que tínhamos até então do trabalho prático anterior.

Utilizávamos até então pequenas esteiras entre algumas engrenagens. Essa estrutura tornava movimentos como curvas difíceis de controlar e muitas vezes imprevisível. 😊

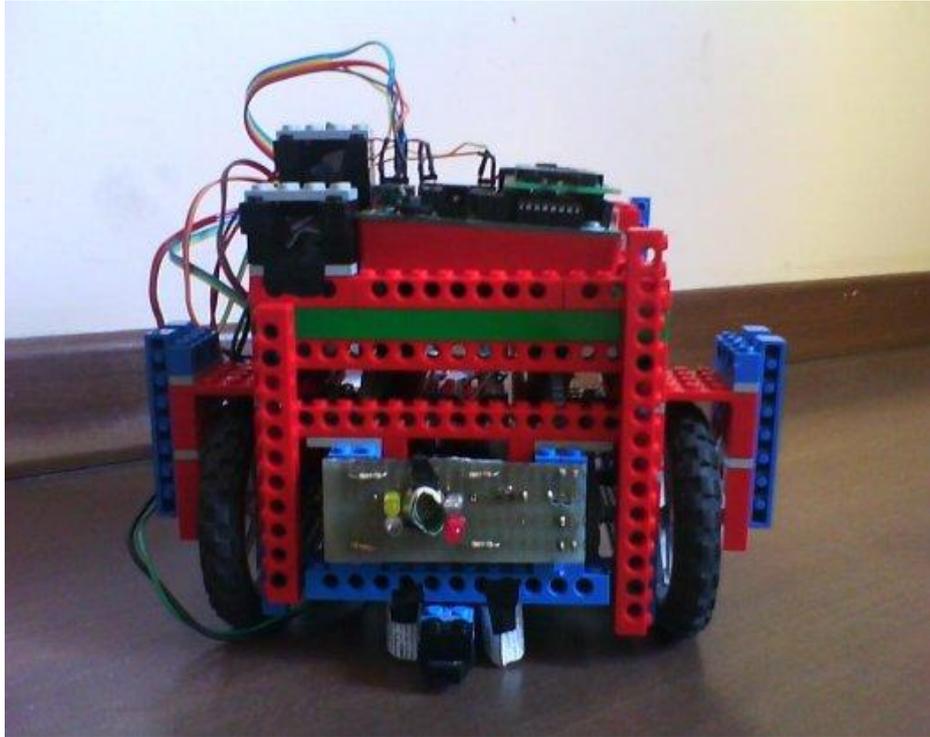
Visando a estabilidade e uma maior facilidade no movimento do robô, trocamos essa estrutura e inserimos uma “rosca sem fim” no eixo do motor. Isso garantiu maior estabilidade.

O próximo passo foi o estudo do funcionamento dos sensores. Utilizamos nessa montagem:

- **Reconhecimento de cores:** 4 leds (vermelho, verde, amarelo e azul) e 1 sensor LDR (Light Dependent Resistor)
- **Seguir linha preta no campo:** 2 sensores LDR (Light Dependent Resistor)
- **Controle de proximidade:** 1 sensor de proximidade
- **Seguir luz polarizada:** 2 sensores LDR (Light Dependent Resistor) com 2 filtros para cada tipo de luz.
- **Estrutura para o controle PD** 2 sensores break-beam para a construção do Shaft Encoder.

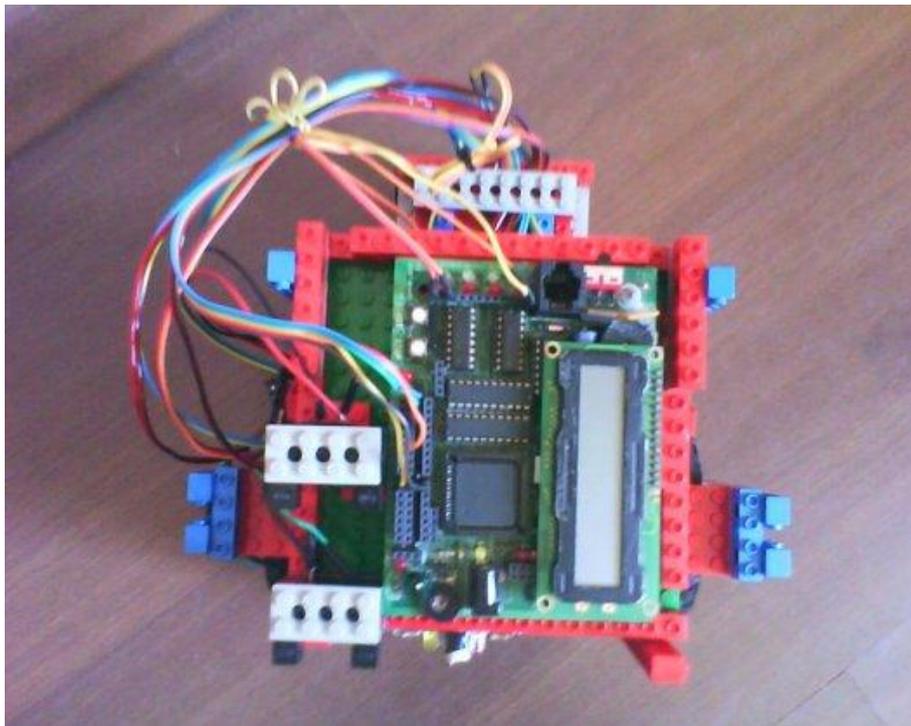
Foi necessário, para todo sensor LDR utilizado, envolvê-lo numa espécie de capa para isolá-lo, em algumas direções, da luz ambiente e focar suas leituras. Isso aumenta a qualidade das medidas filtrando ruídos provenientes da luz ambiente.

Para o conjunto de reconhecimento de cores utilizamos uma placa de circuito impresso para facilitar a montagem.

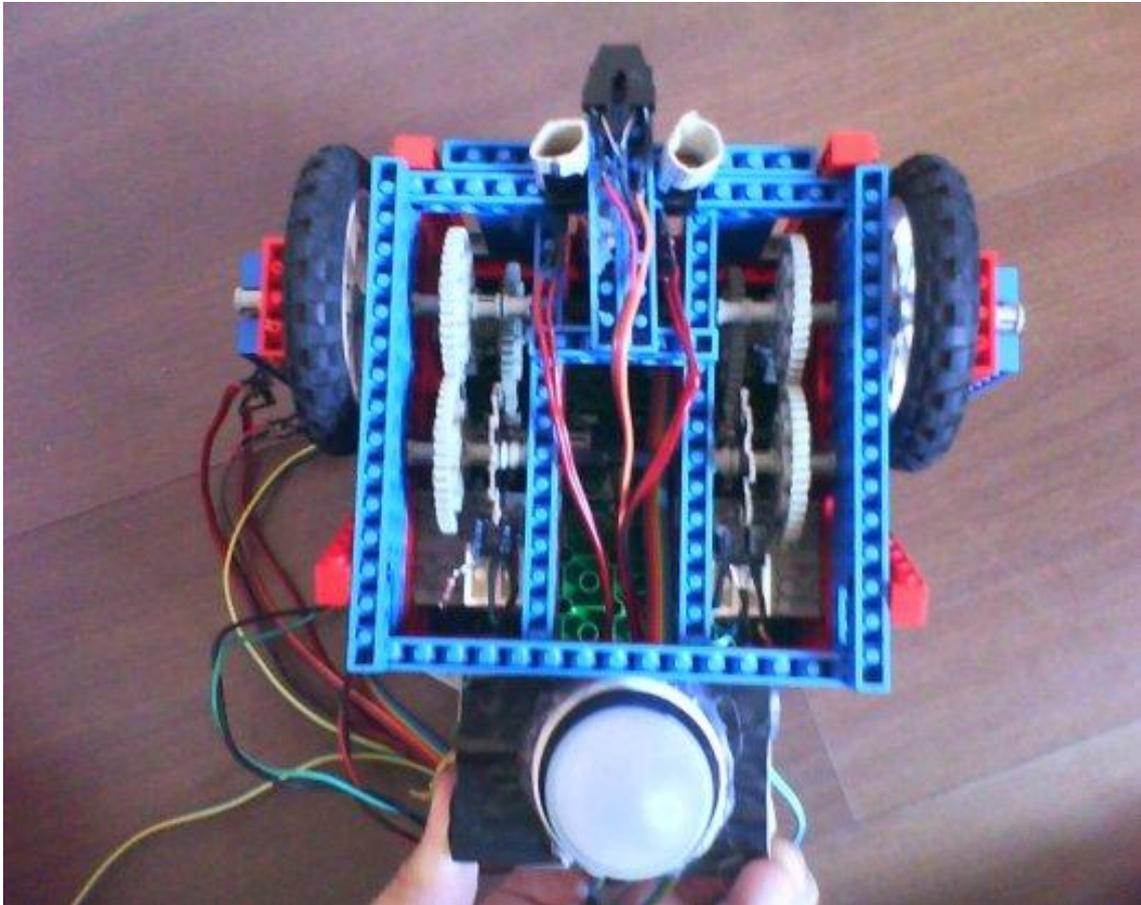


Tal placa foi fixada à frente do robô. Logo abaixo foi fixado o sensor de proximidade e mais dois sensores LDR responsáveis por detecção de obstáculos e seguir a linha preta, respectivamente.

Os sensores responsáveis por seguir as luzes polarizadas foram montados a partir da melhor posição dos filtros. Tal posição é escolhida verificando para qual orientação do filtro há uma maior luminosidade a partir de uma certa fonte de luz polarizada X.



Por fim, os sensores break-beam foram instalados na parte de baixo do robô. Foi necessário criar em papelão uma espécie de “círculo dentado”, para que fosse possível contar o número de voltas. Uma vez que sabemos o número de “dentes” de tal círculo, sabemos quando houve uma volta completa e assim faz-se as inferências necessárias ao controle PD.



Algoritmos Implementados

Reconhecimento de cores

Como a luz ambiente é altamente variável e inconstante foi implementado um algoritmo de calibração.

Tal algoritmo liga cada led por alguns segundos e toma 50 medidas e faz a média dos valores obtidos. O valor final é uma combinação linear das medidas feitas.

Formalmente, o valor da cor é calculado como:

$$\text{COR} = (\text{leitura_led_amarelo}) + 2 * (\text{leitura_led_vermelho}) + 4 * (\text{leitura_led_verde}) + 8 * (\text{leitura_led_azul});$$

O reconhecimento ocorre com uma leitura como feita na calibração e uma tolerância de erro é aplicada. Procura-se então um valor de cor calibrado que esteja no intervalo lido.

Seguindo luzes polarizadas

O algoritmo implementado no robô que melhor respondeu ao propósito foi utilizar apenas 1 sensor por luz.

A idéia é: para o filtro ajustado para um tipo de luz responderá com menor valor quanto este estiver melhor direcionado para a fonte. Já que haverá maior luminosidade e portanto menor valor retornado pelo sensor.

Portanto o algoritmo é iniciado com uma leitura no sensor para o tipo de luz escolhida no menu na posição inicial. O robô faz uma pequena curva à esquerda e faz outra medida. Das duas possibilidades:

1 - Caso a medida seja menor, ou seja, a intensidade de luz é maior, essa direção é considerada adequada. O robô continua fazendo curvas à esquerda enquanto o valor lido seja menor que o anterior. Caso o valor lido seja maior, o robô vira à direita, para refazer a trajetória correta e anda reto por um certo tempo.

2 - Caso a medida seja maior, ou seja, a intensidade de luz é menor, o robô retorna à posição original e tenta a mesma estratégia em 1, mas dessa vez tentando sempre à direita.

Após achar a melhor direção e seguir reto por um instante, todo o algoritmo recomeça.

Seguindo a linha preta do campo

Decidimos por fixar os dois sensores LDR sobre a linha preta. A máquina de estados implementada possui, portanto os seguintes estados e ações para os sensores:

Estado	Ação
Direito: Preto; Esquerdo: Preto	Continuar em linha reta
Direito: Preto; Esquerdo: Branco	Aumente a potência do motor esquerdo em 10%
Direito: Branco; Esquerdo: Preto	Aumente a potência do motor direito em 10%
Direito: Branco; Esquerdo: Branco	Ande em marcha ré

Os pares estado-ação descritos acima realizaram a tarefa de seguir a linha de forma interessante e robusta, uma vez que não há necessidade do robô parar para tomar qualquer decisão já que os sensores são lidos ao mesmo tempo que se move.

Reconhecimento de obstáculos

Os obstáculos no contexto deste trabalhos são os blocos coloridos disponibilizados.

Neste ponto não é necessário calibração a todo instante como o algoritmo de reconhecimento de cores. Basta apenas, previamente, definir qual a distância adequada para a detecção dos blocos.

A partir disso, olha-se a leitura do sensor de proximidade e guarda-se o valor. Este será usado operando de comparação a todo instante para verificar a existência de blocos no caminho.

Shaft Encoder e Controle PD

O controle do shaft encoder foi realizado utilizando uma biblioteca da linguagem IC.

Arquivos SENCDR4.ICB e SENCDR5.ICB. Que são responsáveis por contar a quantidade de voltas, bem como calcular a velocidade a cada 64ms.

A partir desses valores utilizamos o código do controlador exposto em aula, o código se encontra nas transparências do livro: Robotics Explorations: A hands-on Introduction to Engineering, Fred Martin, 2001, Prentice-Hall.

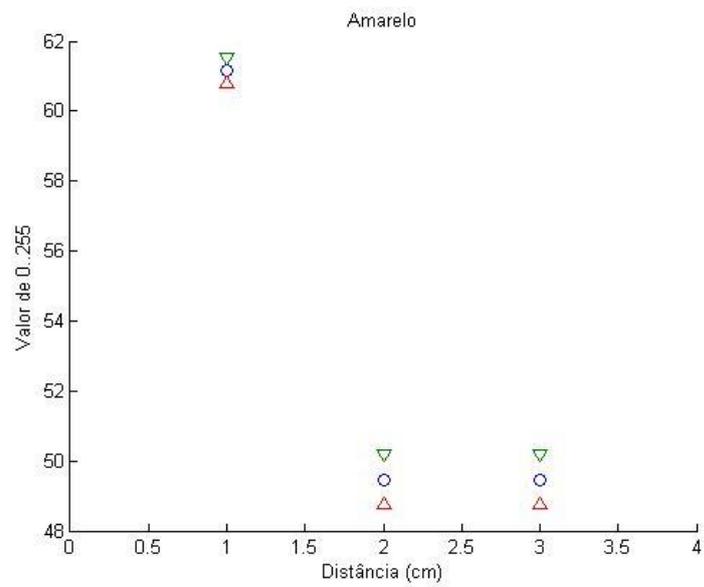
Estudo das medidas dos sensores

Assim como especificado no trabalho, o estudo das variações de medidas a partir dos sensores foram estudados. A seguir os dados são apresentados. Vale lembrar que os valores lidos na Handyboard são dados de 0 a 255.

Leituras feitas com o sensor sem proteção e com LEDs desligados

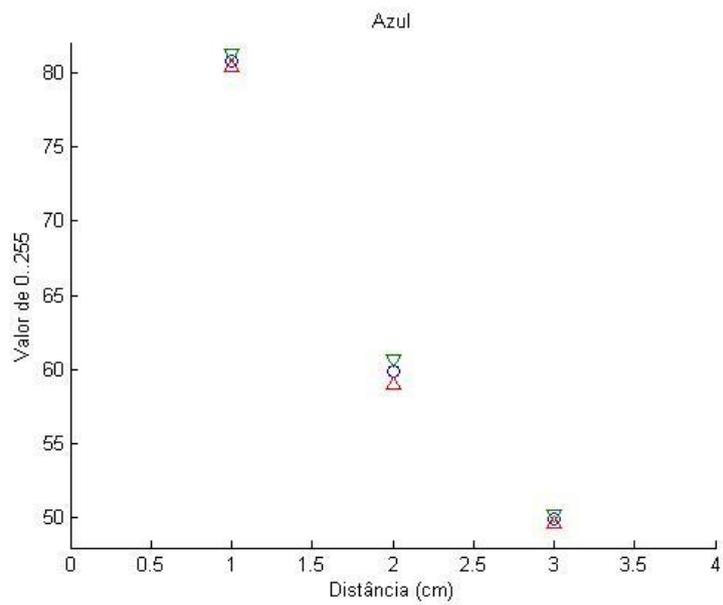
Cor Amarela

Distância	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1cm	61	61	62	61	61	62	61	61	61	62
2cm	48	49	49	49	48	49	49	49	50	50
3cm	38	38	39	39	39	39	40	40	40	40



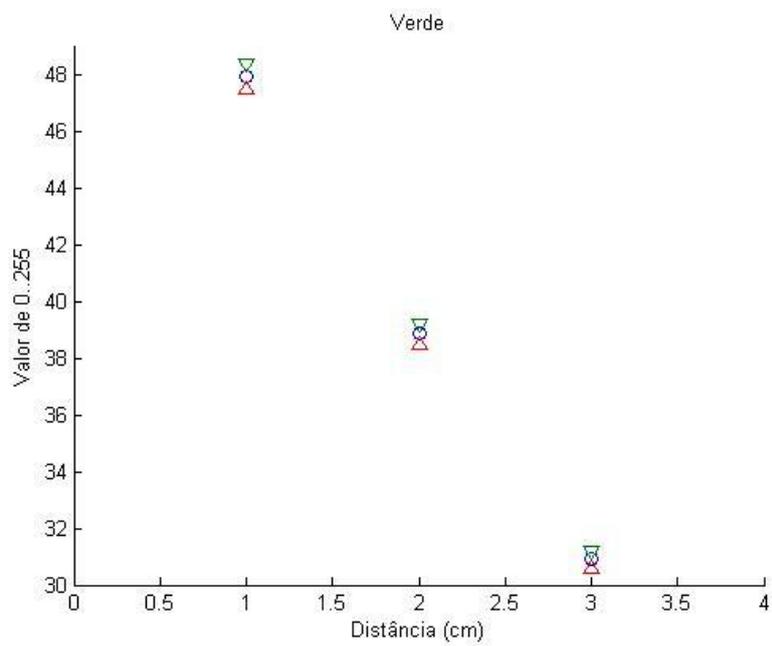
Cor Azul

Distância	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1cm	81	80	80	81	81	80	81	81	81	80
2cm	58	57	61	61	60	60	60	60	60	60
3cm	49	50	50	49	50	50	50	50	50	50



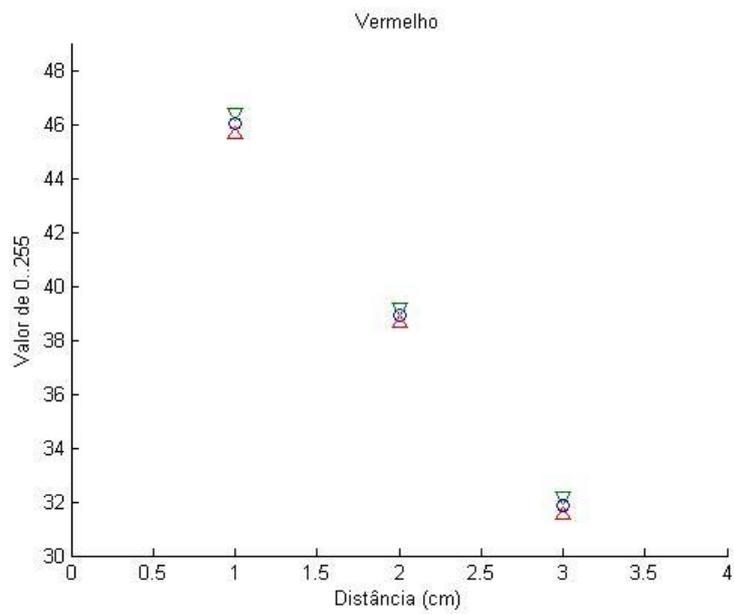
Cor Verde

Distância	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1cm	47	47	48	48	49	48	47	48	48	48
2cm	39	38	39	38	38	39	39	39	39	39
3cm	31	30	31	31	30	31	31	31	31	31



Cor Vermelho

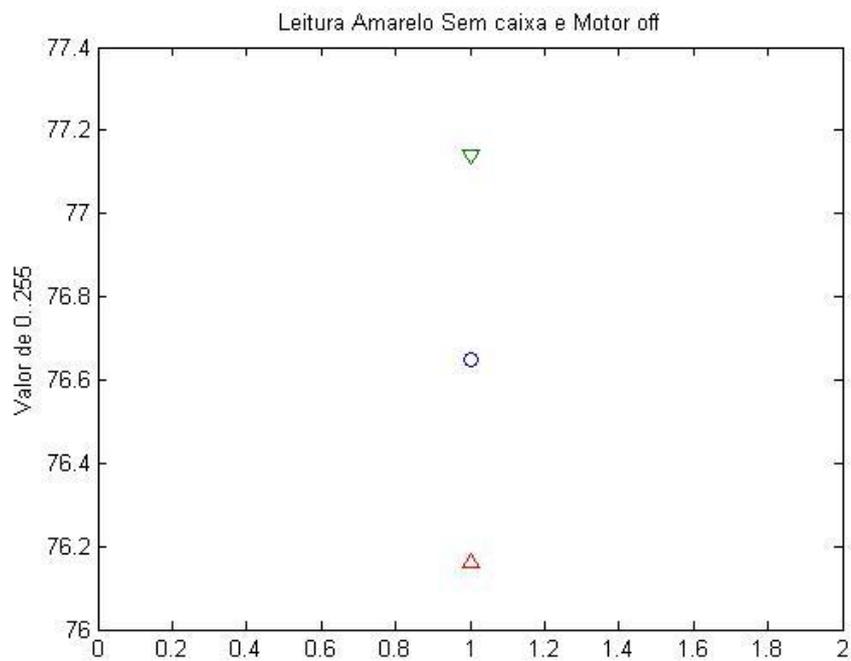
Distância	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1cm	45	46	47	46	46	46	46	46	46	47
2cm	38	39	39	38	39	39	39	39	39	39
3cm	31	32	31	31	32	32	32	32	32	32



Leituras feitas sem caixa de proteção e motor desligado

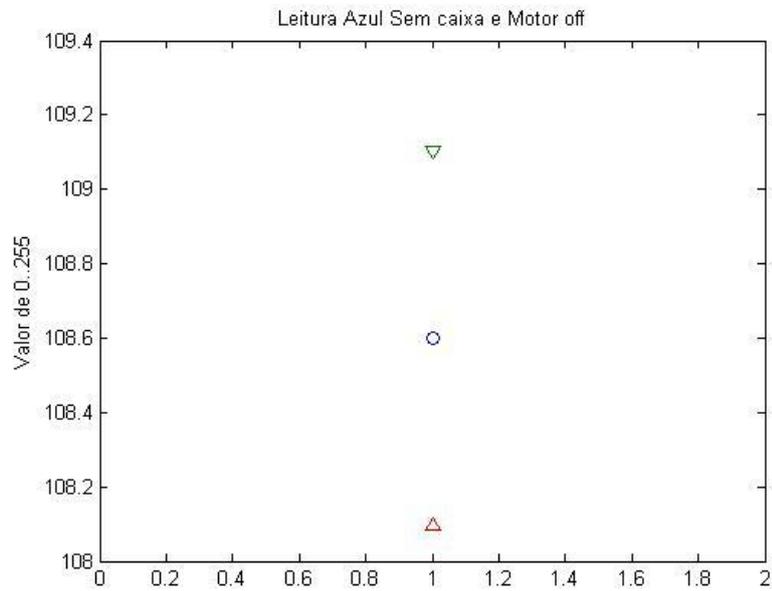
Cor Amarela

76	76	76	77	77	77	76	77	77	77
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



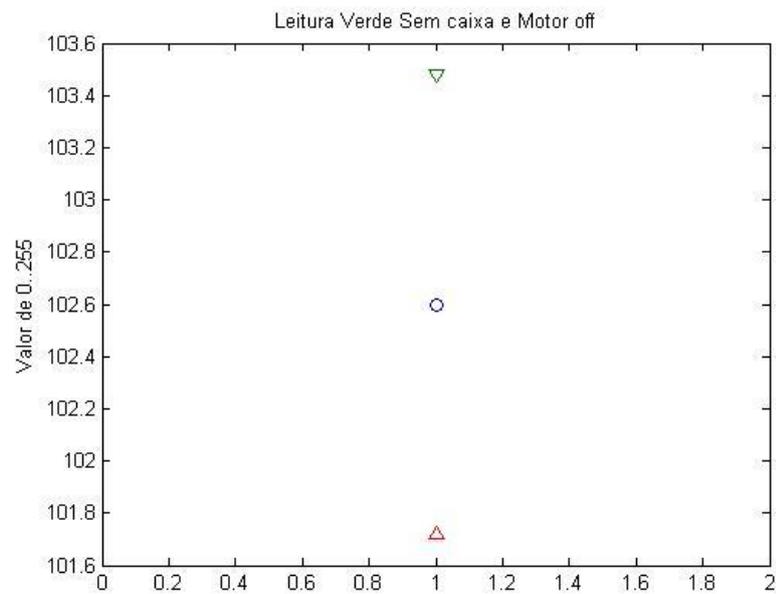
Cor Azul

108	108	108	108	109	109	109	109	109	109
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



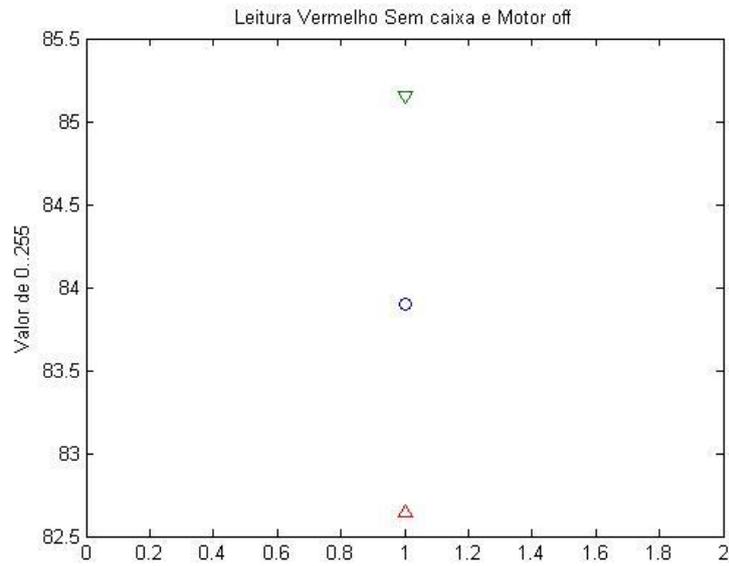
Cor Verde

101	101	101	102	102	102	102	103	103	103
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Cor Vermelho

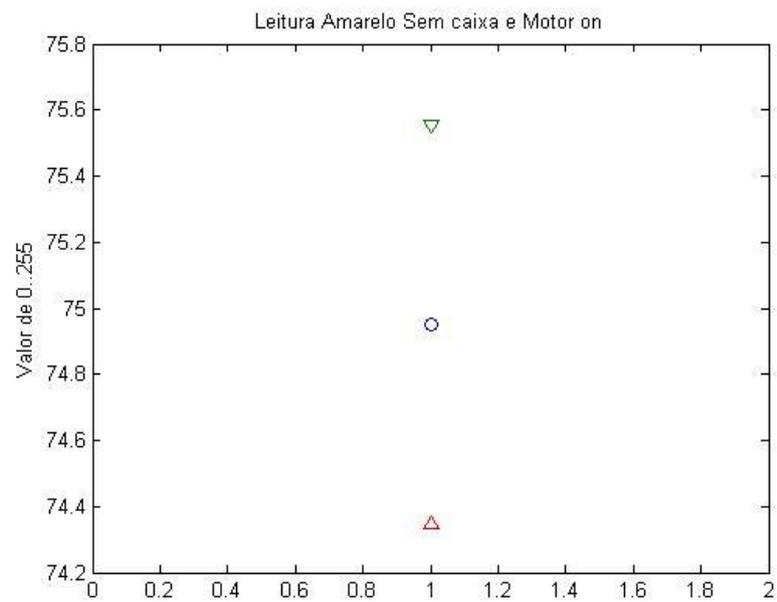
80	82	83	83	83	84	84	84	84	84
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



Leituras feitas sem caixa de proteção e motor ligado

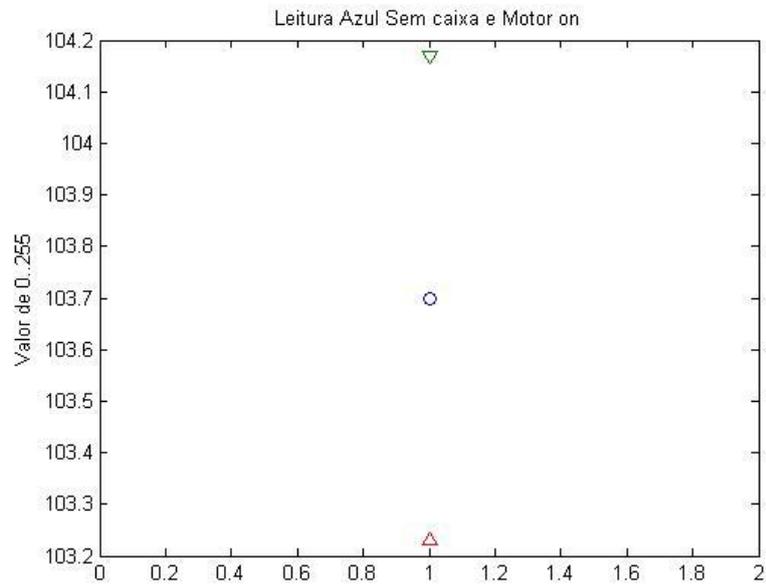
Cor Amarela

74	74	74	74	75	75	75	76	75	75
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



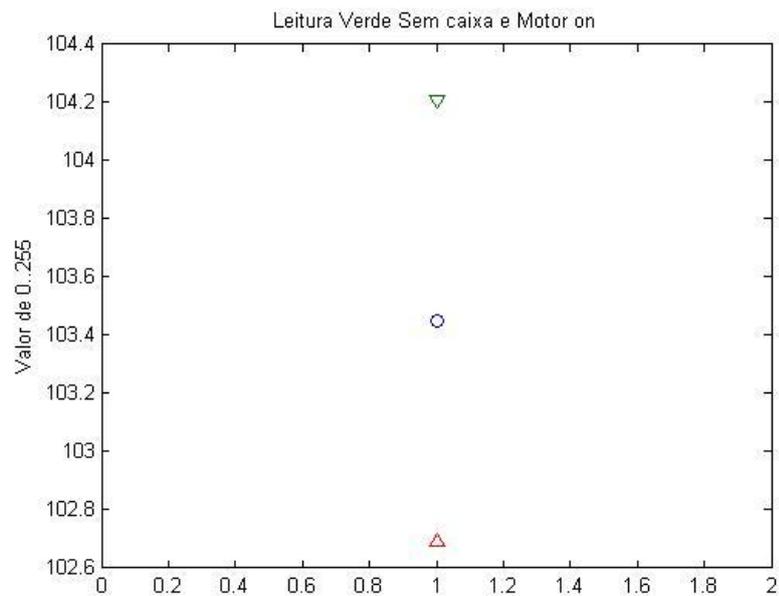
Cor Azul

104	104	104	104	103	103	104	103	104	104
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



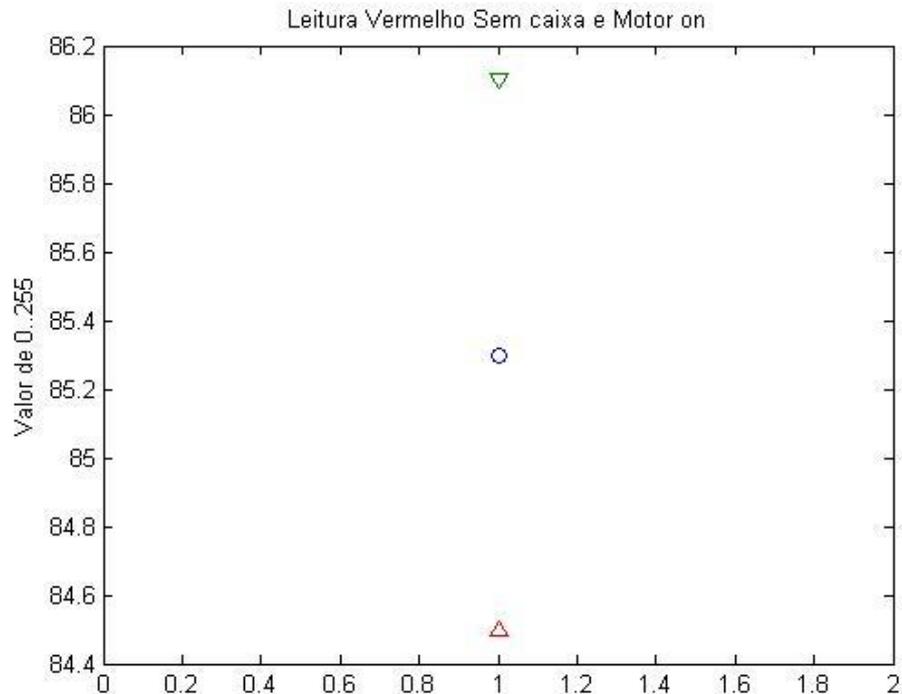
Cor Verde

102	102	102	103	103	103	103	103	104	104
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Cor Vermelho

84	84	84	84	85	85	85	85	85	85
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



Conclusão

O trabalho proporcionou o contato direto com as dificuldades na utilização e calibração de sensores. Pôde-se ver que a influência da luz ambiente tem grande relevância na medição e que, por este motivo, soluções para eliminar esta influência indesejada são implementados, pois assim, o robô desenvolvido não está calibrado somente para um ambiente, mas sim para qualquer ambiente em que este esteja.

Referências

[1]Martin, Fred G. - The Art of LEGO Design – The Robotics Practitioner: The Journal for Robot Builders, vol.1 number2 - 1995

[2]Martin, Fred G. – Interactive C User's Guide, Manual Edition 0.9 - 1997