



RELATÓRIO DE INTRODUÇÃO À ROBÓTICA

Trabalho Prático 2

Nomes: Rodrigo Lima
Rafael Gomes Nogueira

Grupo: 9

INTRODUÇÃO:

Nesse trabalho introduziu-se o uso de sensores para auxiliar o robô em suas atividades. Mais especificamente utilizou-se sensores ópticos para captar sinais de dispositivos emissores de luz ou de objetos reflexivos. O robô deveria utilizar os sinais obtidos dos sensores para se orientar na realização das tarefas de se dirigir a uma dentre duas fontes emissoras de luz, escolhida pelo usuário no menu, com polarizações ortogonais, reconhecer as cores de blocos e realizar uma tarefa específica, escolhida pelo usuário, associada a cada cor identificada e se movimentar em cima de uma linha preta corrigindo sua trajetória automaticamente.

ASPECTOS CONSTRUTIVOS DO ROBÔ E DE SEUS ELEMENTOS SENSORES:

A configuração mecânica do robô utilizado nessa etapa é a mesma utilizada no trabalho prático 1. As únicas modificações feitas foram a adição de três conjuntos de elementos sensores sendo que em cada uma das três tarefas a ser realizadas um desses elementos é utilizado para obter informações do ambiente. Na **Fig.1** há uma fotografia do robô com todos os elementos sensores fixados:

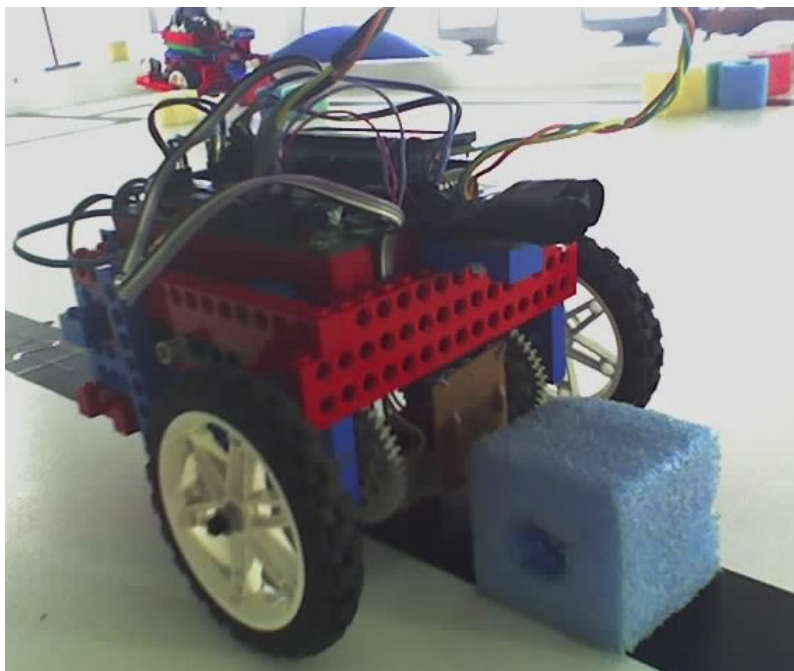


Fig.1

Para a tarefa de reconhecimento de cores o elemento sensor é constituído de uma placa de circuito impresso com um LDR (dispositivo cuja resistência elétrica varia de acordo com a intensidade de luz captada) e de dois LED's, um verde e outro amarelo. O dispositivo possui essa configuração pois o LDR irá captar, separadamente, o sinal de cada LED refletido pelo objeto-alvo e, depois, o sinal refletido quando os dois LED's estiverem apagados.

A **Fig.2** mostra uma fotografia desse elemento sensor. Observe que não há nenhuma proteção envolvendo o LDR pois nos testes de calibração com essa proteção verificou-se que o sinal captado pelo LDR a partir dos LED's era praticamente nulo.

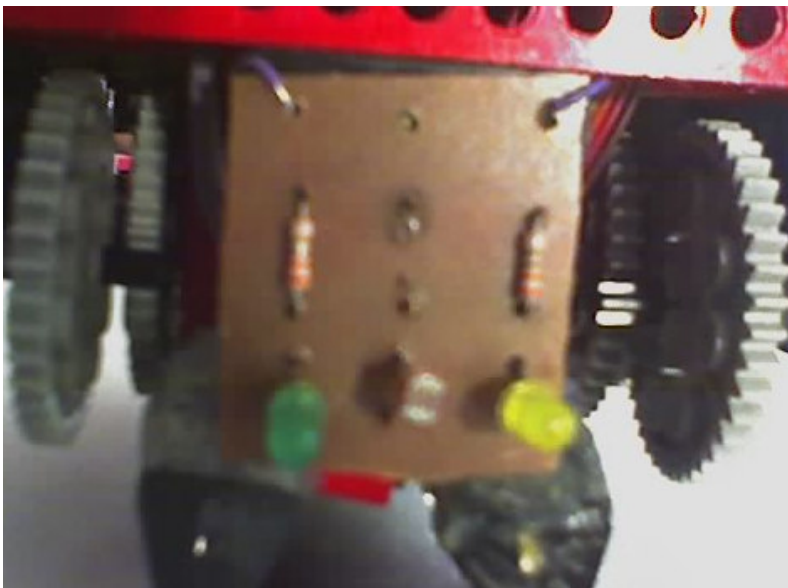


Fig.2

Para a tarefa de deslocamento em direção a uma das duas fontes de luz com polarizações ortogonais o robô possui dois LDR's, cada um para detectar uma das fontes. Para que cada LDR possa detectar o sinal luminoso de apenas uma das fontes de luz são usados filmes polarizadores que filtram as componentes do sinal luminoso que não possuem uma determinada polarização. Em cada sensor foram colocados esses filmes, um com uma orientação de polarização ortogonal a do outro. Assim, cada LDR só conseguirá detectar o sinal de uma das duas fontes e fará com que o robô se desloque em direção a ele.

A **Fig.3** mostra os dois LDR's envoltos em uma proteção de papelão para evitar perturbações de outros sinais luminosos do ambiente.

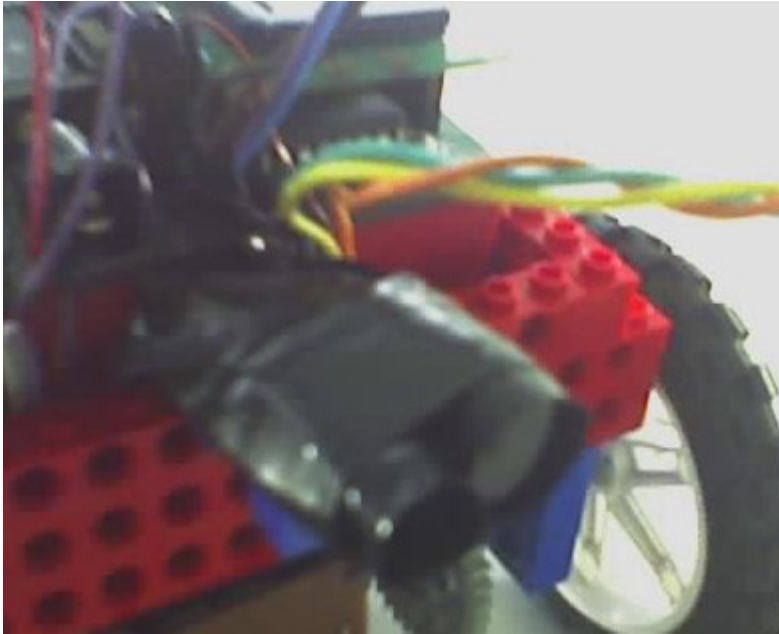


Fig.3

Para a tarefa de deslocamento sobre uma faixa preta foram utilizados dois conjuntos constituídos de um emissor de infravermelho e um fotodiodo cada. Durante o deslocamento cada conjunto monitora um lado da faixa. Se o robô sair dessa faixa para um lado específico o fotodiodo respectivo a esse lado detectará uma variação do sinal refletido pela superfície de deslocamento e fará com que o robô vire para o lado oposto até que ele retorne para a faixa.

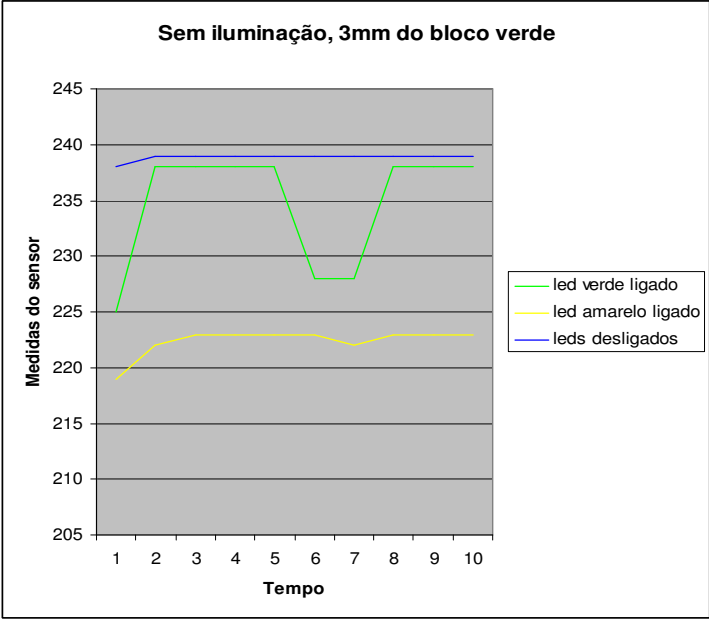
A **Fig.4** mostra uma fotografia desses dois conjuntos na parte de baixo do robô. Durante os testes, verificou-se que a distância entre os dois conjuntos influencia na resposta do robô aos sinais pois, quanto mais afastados estivessem um do outro, menores seriam os ângulos formados entre o vetor de deslocamento e o vetor paralelo a faixa preta antes do robô corrigir sua rota.



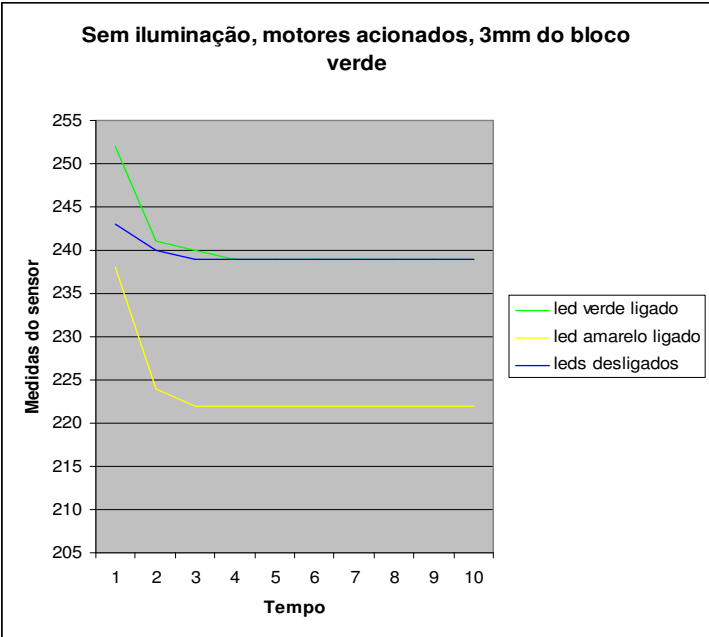
Fig.4

PROCESSO DE CALIBRAÇÃO:

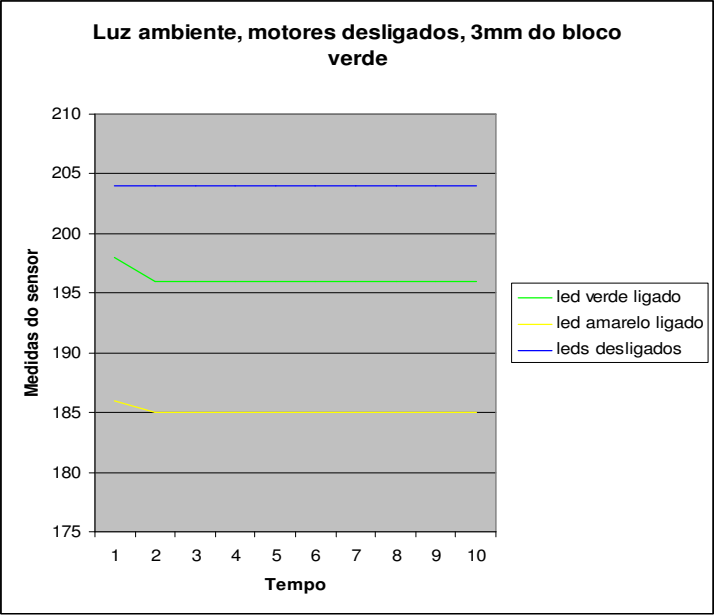
Na tarefa de identificação de cores foram realizados testes sob as condições de presença e ausência de iluminação ambiente e com os motores ligados e desligados. Também foram feitos testes de medição com a colocação dos blocos a distâncias de 3mm, 6mm e 1cm do elemento sensor. Abaixo estão os gráficos dessas combinações para o bloco verde com suas respectivas médias e desvios padrões:



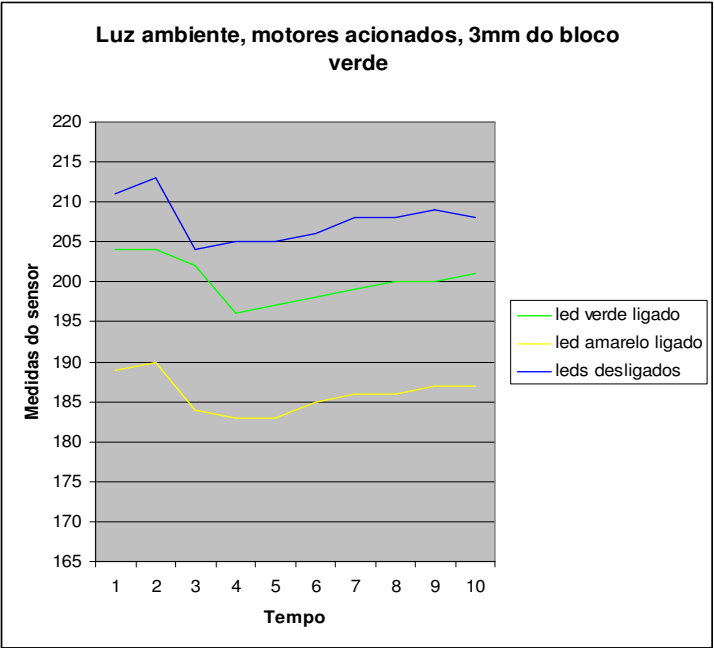
Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	234,7	222,4	238,9
Desvio padrão	5,375872	1,264911	0,316228



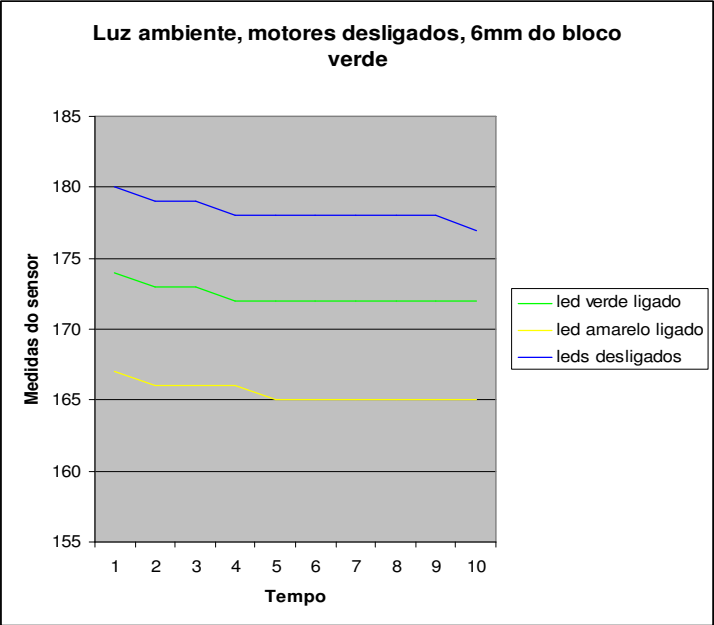
Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	240,6	223,8	239,5
Desvio padrão	4,060651	5,028806	1,269296



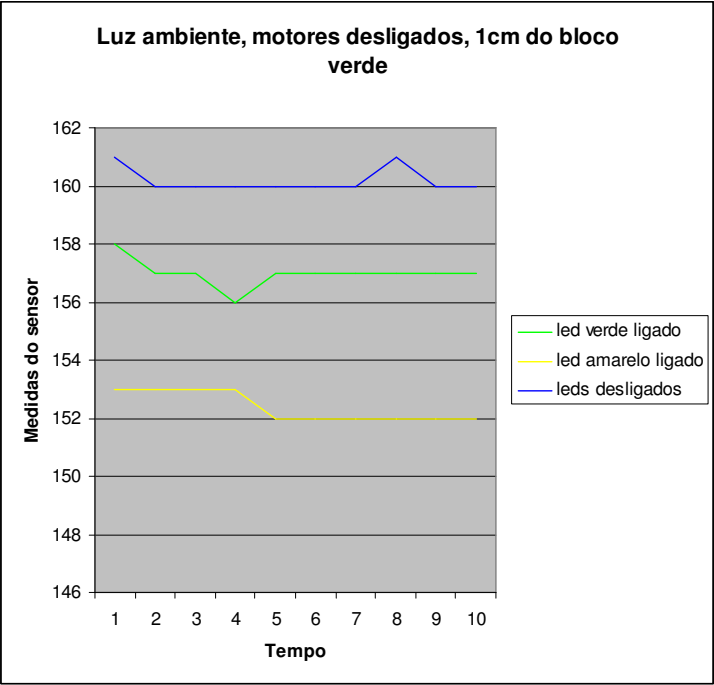
Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	196,2	185,1	204
Desvio padrão	0,632456	0,316228	0



Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	200,1	186	207,7
Desvio padrão	2,726414	2,357023	2,830391



Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	172,4	165,5	178,3
Desvio padrão	0,699206	0,707107	0,823273



Média	Led verde ligado	Led amarelo ligado	Leds desligados
	157	152,4	160,2
Desvio padrão	0,471405	0,516398	0,421637

Os valores médios dos sinais obtidos na situação de luz ambiente, motores desligados e blocos colocados a 3mm do sensor são colocados em um eixo tridimensional e cada eixo corresponde a um tipo de medida: com o LED verde aceso, com o LED amarelo aceso e com os LED's desligados. Calcula-se, então, a distância do ponto medido à origem, de acordo com a função abaixo:

$$L = \sqrt{L_v^2 + L_a^2 + L_d^2}$$

L é o valor a ser usado como referência, L_v é o valor medido com o led verde aceso, L_a é o valor medido com o led amarelo aceso e L_d é o valor medido com ambos os leds desligados. Nos testes feitos até a edição deste relatório os valores de referência obtidos para cada bloco foram:

- Cor verde: 338
- Cor amarela: 298
- Cor vermelha: 314
- Cor azul: 321

Quando o robô estiver em operação, ele fará estas mesmas medidas comparando com os valores de referência obtidos para cada cor na calibração e identificará qual é a cor do objeto.

Sobre a influência do acionamento dos motores observando os gráficos onde o objeto está a 3mm do elemento sensor e com a presença de luz ambiente há a constatação de que o sinal médio obtido nas medidas dos sinais dos LED's é um pouco menor quando o motor está acionado (pela lógica da programação quanto menor o valor da média maior é o sinal captado). O desvio padrão fica maior quando os motores estão acionados o que indica uma maior variabilidade do sinal medido nesta situação, mas isso era esperado já que quando o robô está em movimento há luz ambiente sofre variações e isso interfere nas medidas.

ESTRATÉGIAS DE AÇÃO E PROGRAMAÇÃO:

A **Fig.5** mostra um esquema geral da estrutura do menu desenvolvido:

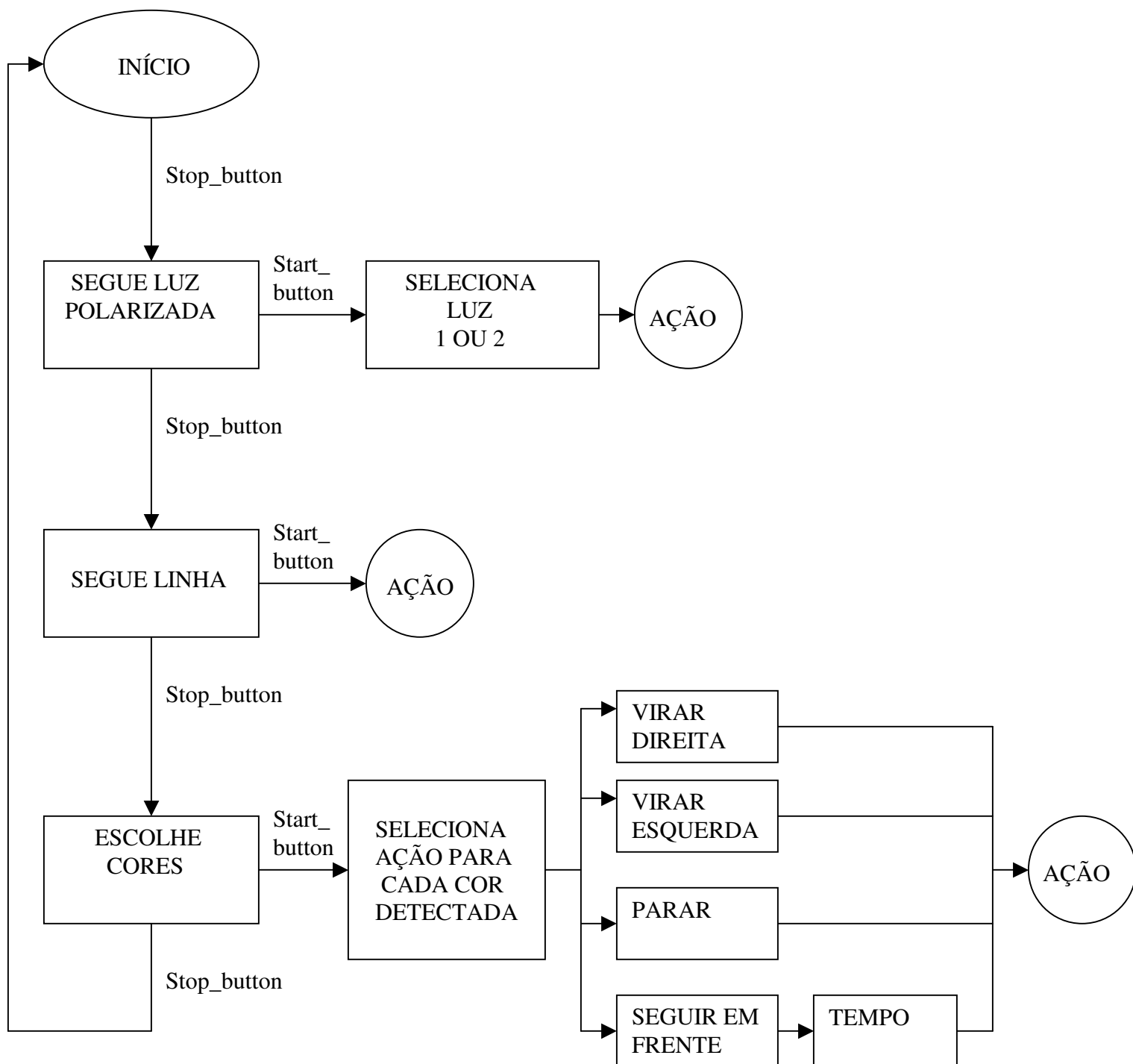


Fig.5

Para a seleção de cores a estratégia utilizada é a de medir os sinais refletidos pelo bloco quando o LED verde fica acesso por um período de tempo, depois quando o LED amarelo fica acesso e depois

quando os dois estão apagados. O valor médio dessas três medidas é calculado pelo programa usando a função mostrada anteriormente e esse valor é comparado com o de referência de cada cor. Se a medida se aproximar de uma dessas referências considerando uma tolerância o display indica a cor. Quando o bloco é retirado o sensor detecta a não presença de blocos e realiza a função especificada para essa cor no menu.

Tentou-se colocar uma proteção em torno dos LED's e do LDR para minimizar a interferência do ambiente mas, nessa situação, observou-se que o sinal captado do bloco era muito atenuado

Para seguir uma faixa preta retilínea o programa monitora constantemente os sinais emitidos por cada um dos dois conjuntos LED infravermelho - fotodiodo. Se o sinal de um deles variar significa que o robô está se desviando para esse lado e há a necessidade de correção da rota que é feita. Nessa etapa observou-se que a distância entre cada um dos conjuntos de sensores influencia nos ângulos formados pela trajetória do robô: quanto mais afastados ficavam um do outro, menores eram os ângulos em sua trajetória em relação a faixa preta pois o robô detectava mais rapidamente quando ele saía da rota e fazia uma correção mais antecipada.

Nessa etapa nos deparamos com um dos maiores problemas da Engenharia de Controle: conciliar a velocidade da resposta do robô com sua estabilidade em se manter na rota. Quando programamos uma resposta muito rápida o robô começava a descrever uma trajetória muito oscilatória cuja amplitude aumentava gradativamente. Isso é um quadro de um sistema instável. Foi necessário fazer uma conciliação entre velocidade de resposta e a estabilidade no movimento do robô.

Na tarefa de seguir uma luz polarizada adotou-se inicialmente a seguinte estratégia: o robô girava em torno de seu eixo e um vetor de 4 variáveis armazenava os 4 últimos valores dos sinais obtidos do sensor selecionado. Se do valor mais recente para o valor mais antigo tivesse uma relação decrescente significava que o sinal obtido estava ficando mais fraco e que o robô deveria continuar a girar. Se a relação fosse crescente indicava que o sinal estava ficando mais forte e se nessa fase ocorresse a inversão entre os dois últimos valores (o último menor que o antipenúltimo e esse maior que os mais antigos) significava que o sinal mais forte foi detectado e que o robô estava, teoricamente, de frente para a luz e que deveria andar em linha reta. Mas essa estratégia não funcionou nos testes.

Na segunda estratégia, medimos o tempo aproximado que o robô dava uma volta em seu eixo. Esse tempo foi programado e o robô passou a fazer medição constante do sinal do sensor enquanto dava uma volta. O valor do sinal mais forte detectado nessa volta era armazenado. Depois dessa fase o robô parava por um instante e começava outra volta em torno de seu eixo até que detectasse um sinal que estivesse próximo do que aquele que foi armazenado como referência na primeira volta. Feito isso, o robô seguia em frente por um período determinado na programação e, então, ele começava outro ciclo de leitura de outro valor de referência para o próximo deslocamento. Essa estratégia mostrou bons resultados nos testes e decidiu-se adotá-la.