

# DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA BIDIMENSIONAL PARA ROBÔ

**Elda CARVALHO (1); José Fábio NASCIMENTO (2); Sérgio LUCENA JUNIOR (3); Rafael KONZEM (4); Francisco SANTOS (5)**

(1,2,3,4) Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Distrito Industrial, Av. Governador Areosa, S/N, Distrito Industrial CEP.: 69075-350 Manaus/AM-Brasil, e-mail:

[eldanunes@gmail.com](mailto:eldanunes@gmail.com) (1); [josefabioln@hotmail.com](mailto:josefabioln@hotmail.com) (2);  
[lucena.sampaio@yahoo.com](mailto:lucena.sampaio@yahoo.com) (3); [rafaelkonzem@hotmail.com](mailto:rafaelkonzem@hotmail.com) (4)

(2) Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus - Centro, Av. Sete de Setembro, 1975, CEP.: 69020-120, Manaus/AM-Brasil, e-mail: [fcomsantos@ifam.edu.br](mailto:fcomsantos@ifam.edu.br) (5)

## RESUMO

As indústrias de Manaus estão cada vez mais utilizando robôs manipuladores para executar tarefas dos mais variados tipos. Uma atividade corriqueira é fazer um robô manipular peças visando: colocá-la na linha de produção; posicioná-la em uma máquina de teste; transferi-la de uma esteira "A" para outra "B". Assim, usa-se uma malha de sensores infravermelhos para que o robô execute a tarefa de transportar uma peça de uma posição  $(x_1, y_1)$  para outra  $(x_2, y_2)$ . A metodologia consiste de duas etapas: (i) mapeamento dos pontos do plano xy para formação da matriz de pontos; (ii) planejamento da tarefa a ser realizada pelo robô manipulador Pegasus. O mapeamento dos pontos no plano xy é determinado pela intersecção do feixe de luzes dado por uma matriz de pares de led emissor e um fotodiodo receptor situados no ambiente externo, onde estarão localizadas as peças. Assim, a interrupção de qualquer uma das coordenadas será identificada pelo Pegasus o qual direcionará seu elemento final para posição em que estiver posicionada a peça. Em outras palavras, a visão bidimensional proverá o robô de uma "percepção" da tarefa que ele tem que realizar. Um importante resultado foi à correta identificação da posição da peça na matriz de pontos xy, e a execução com sucesso do planejamento da trajetória do robô na realização da tarefa de pega a peça de uma posição pré-definida para uma esteira de linha de produção.

**Palavras-chave:** automação, eletrônica, programação, visão bidimensional

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias do Pólo Industrial de Manaus (PIM) estão cada vez mais utilizando robôs manipuladores para executar tarefas dos mais variados tipos. Dentre estas tarefas, uma atividade corriqueira é fazer um robô manipulador pegar determinadas peças, utilizando uma ventosa, com o objetivo de: colocá-la na linha de produção; posicioná-la em uma máquina de teste; transferi-la de uma esteira "A" para outra "B", dentre outras. Neste trabalho, especificamente, a idéia é usar uma malha de sensores infravermelhos para que um robô manipulador execute a tarefa de transportar uma peça de uma posição  $(x_1, y_1)$  para outra  $(x_2, y_2)$ .

Neste trabalho, a proposta metodológica para fazer o robô *Pegasus* manipular um objeto consiste nas seguintes etapas: mapeamento dos pontos do **plano xy** para formação da matriz de pontos; planejamento da tarefa a ser realizada pelo robô manipulador *Pegasus*. O mapeamento dos pontos no **plano xy** é determinado pela intersecção do feixe de luzes dado por uma matriz de pares de diodos emissores de luz (*led*) e um fotodiodo receptor situados no ambiente externo, onde estarão localizadas as peças (equivalente às linhas de produção nas indústrias do PIM). Assim, a interrupção de qualquer uma das coordenadas (dadas pelas intersecções dos pares de (*led*, fotodiodo)) tem que ser identificada pelo *Pegasus*, robô manipulador, o qual direcionará seu elemento final para posição em que estiver posicionada a peça. Em outras palavras, a visão bidimensional proverá o robô de uma "percepção" da tarefa que ele tem que realizar. Para fazer o *Pegasus* executar as tarefas supramencionadas é necessário planejar o conjunto de caminhos que determinaram o planejamento da tarefa.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Tendo em vista o foco deste projeto, buscou-se fazer uma apresentação das áreas de interesse utilizada em seu desenvolvimento, tais como definição e descrição dos robôs industriais sua programação.

“Máquina controlada por computador e são programadas para mover, manipular objetos e realizar diversos trabalhos”. (PSCHEIDT, 2007).

“Máquina re-programável para realizar funções de manipulação, movimentação e usinagem em condições de interagir com o ambiente e dotada de certo grau de autonomia.” (GRASSI, 2005 apud IFToMM ).

“Um dispositivo programável projetado para manipular e transportar peças, ferramentas ou implementos especializados de manufatura através de movimentos programáveis variados para a execução de tarefas específica de manufatura.” (GRASSI, 2005 apud BARA).

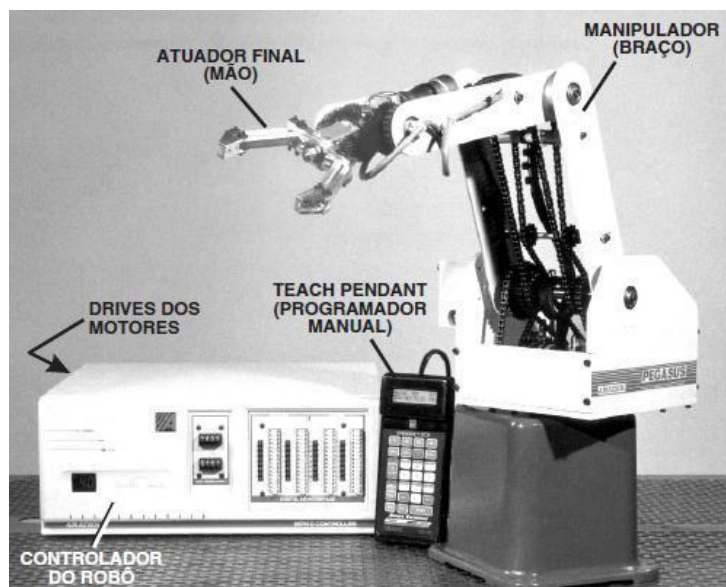
Segundo (CARRARA), um robô de cadeia cinemática aberta é aquela que, partindo da base, chega-se ao punho por meio de um único caminho, na sequência elo-junta-elo.

Segundo (ROSÁRIO, 2005) sensor pode ser definido como um transdutor que altera a sua característica física interna devido a um fenômeno físico externo como: presença ou não de luz, som, gás, campo elétrico, campo magnético, etc.

Os codificadores óticos incrementais estão entre os sensores mais utilizados, devido ao seu baixo custo e por possuírem precisão suficiente para a maioria das aplicações (KLAFTER, CHIMIELEWSKI, NEGI, 1989; ROMANO, 2002.).

## 3 ROBÔ MANIPULADOR PEGASUS

Este trabalho utiliza o robô Pegasus da Amatrol e o Software de Programação da Robótica *Pegasus* na versão *PEGASUS1 VI. 48*. O Pegasus é um robô de pequeno porte industrial, que contém: atuadores, um controlador, drives dos motores, *Teach Pendant* (Programador Manual), conforme ilustrado na Figura 1.



**Figura 1: Composição do robô Pegasus.**

**Fonte: Amatrol, 2005.**

A estrutura física do robô manipulador Pegasus é composta de: uma base fixa, elos ou conectores das juntas, as juntas e o órgão terminal, todas as partes são conectadas em série, formando assim, a estrutura de cadeia cinemática aberta do Pegasus como pode ser visto na Figura 1. O *Pegasus* possui três juntas para deslocamento da estrutura, no caso, uma torcional localizada na base e duas rotacionais responsáveis por deslocar os elos do robô. O punho contendo 2 graus de liberdade (arfbagem e rotacional), o elemento final é do tipo dois dedos( tipo pinça) sendo sua estrutura projetada para pegar e segurar a peça, o acionamento é feito por sistema pneumático, o qual possui uma válvula unidirecional com retorno por mola, quando o manipulador vai para posição de pegar a peça, o controlador envia um sinal para a válvula eletropneumática que aciona o fechamento da garra, o sinal se mantém acionado até o manipulador chegar à posição final.

O robô *Pegasus* tem característica de automação programável, onde de acordo com a necessidade do projeto pode executar várias atividades diferentes bastando alterar sua programação. A automação programável usada no *Pegasus* é do tipo on-line, ou seja, o robô é manipulado por meio de um processo de aprendizagem de tarefas até a posição desejada, isto é, todo o processo de aprendizagem de tarefas é realizado a partir da apreensão e do posicionamento de peças dentro da área de trabalho.

### 3.1 Tipos de Sensores Utilizado no Robô Pegasus

O *Reed Switches* localizado nos eixos do robô conforme a Figura 2, o braço mecânico precisa ser levado a uma posição inicial antes de executar a tarefa que foi destinado. Portanto, quem monitora a posição de home antes de ser realizando a tarefa é o sensor *reed switches* que trabalha zerando os valores dos *encoders* e armazenando-os no controlador dos motores, a partir de tais processos, o robô poderá realizar sua tarefa.

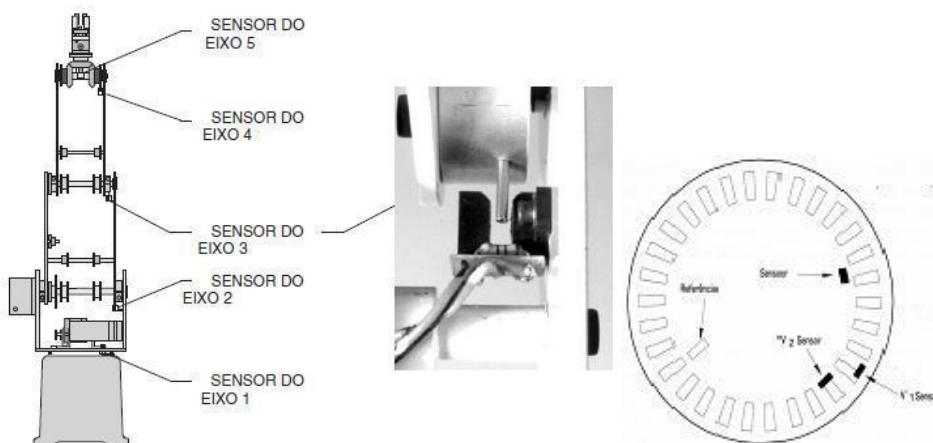


Figura 2: Sensor de posição do Home.

Fonte: Amatrol, 2005.

Figura 3: Encoder incremental posicionado na parte interna do motor.

Fonte: Amatrol, 2005.

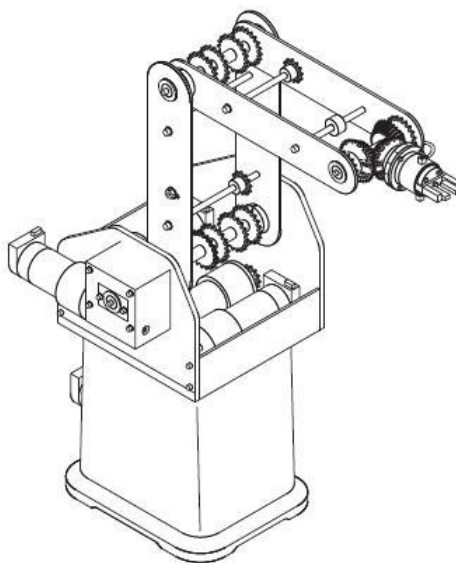


Figura 4: Posição de home do robô Pegasus.

Fonte: Amatrol, 2005.

No robô *Pegasus* os sensores serão utilizados com função que o robô chegue a sua posição inicial, conhecida como Home. O *encoder* incremental acoplado no eixo do atuador (motor elétrico), conforme a Figura 2 atua em série com o sensor de posição do home, indicando a posição inicial do motor, sempre que a posição do eixo for alterada pelo movimento do motor, ele envia pulsos elétricos para o controlador do robô identificando a posição no espaço de trabalho. A Figura 4 mostra a posição home para o robô *Pegasus*.

### 3.2 Montagem da Malha de Sensores

Para que o *Pegasus* manipule o objeto, é necessário identificar a posição no plano xy para que as coordenadas enviadas para o controlador reconheçam as informações de posição e manipular a peça.

O uso de sensores permite que um robô possa obter informações sobre si mesmo e sobre o ambiente ao seu redor, o que pode ajudá-lo a melhor realizar a tarefa que lhe foi atribuída. Ou seja, ele se torna apto a perceber seu próprio estado e o estado do ambiente ao seu redor (FREIRE; BASTO-FILHO; CARELLI, 2004).

Neste trabalho a visão bidimensional será formada por um conjunto de sensores óticos (infravermelhos) que serão organizados de maneira semelhante a uma matriz quadrada de ordem 2 X 2, onde de um lado encontram-se os emissores e do lado oposto os receptores, que tem por função principal o reconhecimento do objeto. O controlador do robô detecta esses sinais e aciona para os pontos bloqueados que a partir de então será iniciado o movimento do braço para deslocar o objeto dentro do espaço de trabalho.

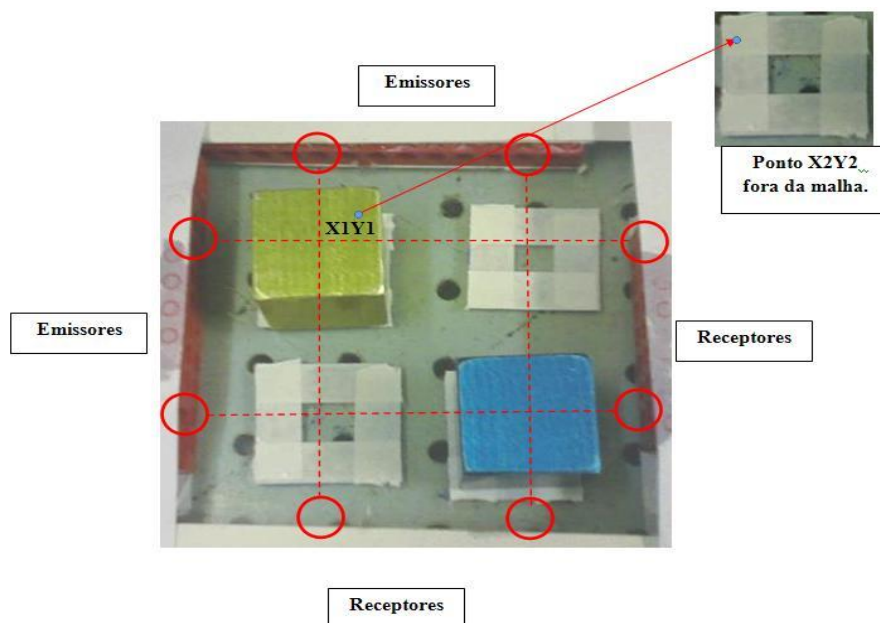


Figura 5: Matriz de sensores 2 X 2 para identificação dos pontos.

A Figura 6 tem-se em detalhes os componentes da matriz de sensores composta pelos pontos de intersecção, cruzamento, dos feixes de luzes dadas pelos pares de sensores emissor/receptor. Estes pares de sensores estão indicados pelos círculos vermelhos, o cruzamento das linhas vermelhas pontilhadas são os possíveis pontos que podem ser colocados as peças no plano xy. Assim, pode-se perceber a quantidade de elementos pertencentes à malha de sensores.

### 3.3 Análise do Circuito Elétrico

Neste experimento, foi desenvolvido um circuito elétrico com os sensores infravermelhos. Esse tipo de sensor é acionado reversamente, seu princípio de funcionamento é feito quando o objeto bloqueia o sinal do emissor para o receptor. Para aumentar ou diminuir o alcance do sinal do sensor, basta variar a resistência de 270 Ohms do emissor.

O receptor é polarizado através do transistor na região de corte de saturação, ou seja, funcionando como chave. O diodo receptor recebe sinal e durante esse período o transistor permanece "ligado", e ao ser interrompido o mesmo "desliga" o que denomina-se corte do feixe.

O circuito elétrico da malha de sensores é composto por: Transistores TIP 31 C: funciona como chaveamento do circuito; Resistores de 270 Ohms: onde limita a corrente; E o sensor ótico: composto por um diodo infravermelho que emite o sinal e um fotodiodo que recebe o sinal.

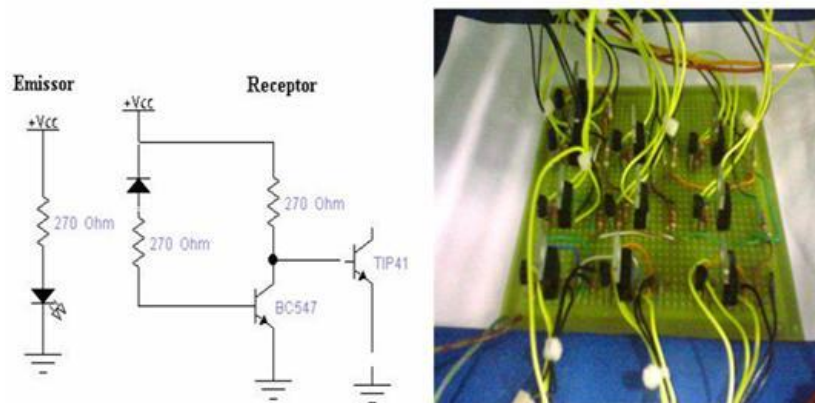


Figura 6: Esquema elétrico do circuito e circuito prático.

Na Figura 6, o esquema elétrico de malha foi simulado pelo Sistema *Multisim* para previsão de possíveis falhas. Dessa forma, pode-se definir a melhor distância de alcance entre os sensores e ainda tem-se a placa com os componentes eletrônicos montados. A placa foi projetada na ordem de 5x5 para eventuais aplicações ou extensão dos pontos no plano xy.

### 3.4 Desenvolvimento de um Algoritmo que Possibilite a Manipulação de Peças pelo Pegasus

As informações obtidas pela malha de sensores infravermelhos serão processadas através de um algoritmo próprio do Robô *Pegasus* que realizará o movimento para alcançar e mover o objeto da posição inicial. O desenvolvimento do programa foi baseado nas normas de segurança relacionadas às leis da robótica, proporcionando ao operador segurança na hora da execução da tarefa pelo manipulador. Assim, foram definidos pontos de movimentos do robô, pontos estes que envolve desde o ponto base o qual da início(x1,y1) ao processo até o ponto em que o manipulador deixa(x2,y2) o objeto dentro de uma área de trabalho delimitada, esse trajeto dos movimentos do *Pegasus* está ilustrado na Figura 7.

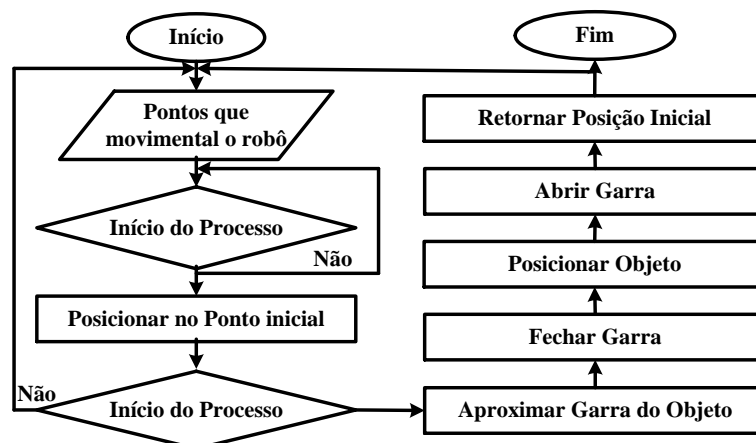


Figura 7: Fluxograma do algoritmo.

O fluxograma foi desenvolvido para facilitar o desenvolvimento do programa do controlador do robô. Dessa forma, o seqüenciamento de ações facilita, a determinação das posições das peças pela matriz de posições, a manipulação das peças (objetos) disponíveis na área de trabalho do robô *Pegasus*.



### 3.5 Testes com o Sistema Bidimensional para o Robô Pegasus

Após a montagem da malha e o desenvolvimento do algoritmo forma-se o sistema de visão para robô, o qual foi realizado testes para correção de possíveis erros e assim validação o sistema.

Este trabalho propiciou o desenvolvimento de sistema de visão bidimensional para o Robô *Pegasus* a partir da elaboração de uma metodologia baseada na: (i) estrutura física do manipulador; (ii) malha de sensores; (iii) união entre a malha e o braço mecânico, onde a integração de todas as metodologias será responsável para validação do resultado. Por fim, o deslocamento das juntas no espaço bidimensional foi realizado de acordo com especificações do programa feito no controlador, onde o robô *Pegasus* executou as tarefas supramencionadas, por exemplo, pegar uma peça de uma posição  $(x_1, y_1)$  para outra  $(x_2, y_2)$ , ao qual podemos chamar de pontos que determinam a posição do objeto. Assim, a malha de sensores forneceu a correta localização da peça no plano xy.

A integração das partes envolvidas no projeto como o: circuito elétrico (malha de sensores) que neste projeto tem a função de visão do robô enviando os bits para que o mesmo detecte os pontos bloqueados pelo objeto e a programação com os pontos definidos e os movimentos necessários para que o braço execute a tarefa ao qual foi destinado, formando assim o sistema de visão bidimensional para o robô *Pegasus*.



Figura 8: Percepção e manipulação de peças através da malha.

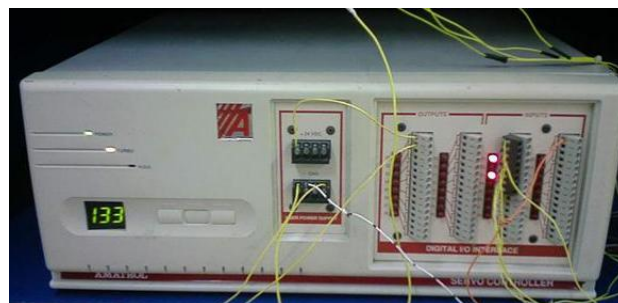


Figura 9: Controlador do Pegasus.

Na Figura 8 mostra a visão bidimensional fornecida pela malha de sensores para enviar as coordenadas para o elemento final do robô Pegasus. A Figura 9 tem-se o controlador do robô, no caso, o hardware, local onde as informações enviadas pela malha de sensores eram processadas e depois enviadas para o robô efetuar o seu deslocamento das juntas.

## 4 DISCUSSÃO

A proposta do sistema de visão bidimensional para o robô *Pegasus* fez uma aplicação de teste de como os conhecimentos de robótica e o sistema mecatrônico são implementados na prática, para tal atividade, usou-se a eletrônica para fazer com que o robô execute a tarefa a partir da percepção de um objeto, para isso, foi

projetado um circuito elétrico que envolve um inversor e usa transistores como chave que aciona o circuito assim que o objeto é inserido na malha, pois o feixe não alcança o seu respectivo receptor, a informática que por meio de uma linguagem assembly foi possível fazer o programa que gera os movimentos do Pegasus, o qual faz comunicação da eletrônica com a informática, por meio de seu controlador, gerando a execução da tarefa definida e por fim à mecânica da estrutura do manipulador, que constitui o robô e como se desloca no espaço bidimensional.

Após implementar todo o processo envolvendo o sistema de controle do robô, no caso, o teste da malha de sensores e o programa que gera os movimentos, a malha ficou delimitada para 120mm devido ao resistor de 270ohms que limita o alcance do feixe.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proporcionou o desenvolvimento de um sistema de visão bidimensional utilizando malha de sensores óticos os quais foram testados e validados no *Pegasus*, foram abordados conceitos fundamentais e aplicados em robótica tais como: estudos das características estruturais do Pegasus, tipos de acionamentos dos atuadores, recepção de sinal dos sensores e o princípio de funcionamento dos sensores localizados na estrutura do robô Pegasus.

Dentro da robótica podem ser trabalhadas áreas distintas como a: eletrônica com o desenvolvimento do circuito elétrico que forma a malha de sensores como função principal orientar robô *Pegasus* na percepção do objeto, ou seja, podemos definir como a visão do robô; a mecânica que trata da estrutura física do robô e a informática responsável pelos programas feitos pelo controlador do robô Pegasus para comandar os movimentos das juntas e elemento final.

Projetou-se um circuito elétrico utilizando sensores óticos pra realizar a percepção do objeto dentro da área de trabalho, formando uma matriz quadrada 2 X 2, para trabalhar em conjunto com a malha de sensores foi desenvolvido um programa no qual tem a função movimentar o robô por meio da percepção do objeto que envia sinal ao *Pegasus* acionando as saídas no controlador que indica a presença do objeto dentro da malha.

Pode-se implementar a malha de sensores em trabalhos futuros, tais como: o desenvolvimento de malha com maior número de sensores abrangendo áreas maiores, possibilitando o movimento com possíveis peças num tabuleiro de damas e o desenvolvimento de uma visão tridimensional utilizando câmeras digitais.

## REFERÊNCIAS

CARARA, Valdemir. **Apostila de Robótica**. Área de Ciências Exatas do Curso de Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação.

CAPELLI, Alexandre. **Automação industrial: Controle do Movimento e Processos Contínuos**. São Paulo: Érica, 2006.

GRASSI, M. V.. **Desenvolvimento e Aplicação de um Sistema de Visão para Robô Industrial de Manipulação**. Dissertação de Mestrado. UFRS, Porto Alegre, 2005.

GROOVER, M. P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. USA:Prentice Hall, 2001.

Lobo, D. L. **Automação Industrial**. Centro de Educação Profissional Hermann Hering – CEDUP. Blumenau. Brasil 2005.

Manual de Operação de Equipamentos Automatizados 1 – **Operações Básicas de um Robô**. Publicado por Amatrol, Inc., 2005.

PAZOS, F.. **Automação de Sistemas e Robótica**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil. Editora, 2002.

PIERI, E. R. de. **Curso de Robótica Móvel**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. UFSC, Florianópolis, 2002.

PSCHEIDT, É. R. **Robô Autônomo – Modelo Chão de Fábrica**. Monografia Engenharia da Computação. UNICENP/NCET, Curitiba, 2007.

ROMANO, V. (editores). **Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e do Processo**. Blücher Ltda.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SANTOS, W. **Introdução a Robótica**. Tecnologia em Eletrotécnica – CEFET/PR, 2004.