

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
Curso de Engenharia Elétrica

LAURI FILIPE DE FARIA

**AUTOMATIZAÇÃO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO EM
AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA**

Itatiba
2010

LAURI FILIPE DE FARIA - R.A. 002200600633

**AUTOMATIZAÇÃO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO EM
AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof.^a M.^a Debora Meyhofer Ferreira.

Itatiba
2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof.^a Debora Meyhofer Ferreira, pela orientação e confiança, apesar de um projeto tardio e atrasado, não deixou de manifestar seu apoio, com rigidez e absoluta certeza do melhor contribuiu enfaticamente e completamente para este trabalho, desde a concepção da idéia até a execução do projeto.

A Elizama Piazza Antunes de Faria, minha esposa e colaboradora diária, que me ajudou na revisão da monografia e do abstract, com seu conhecimento da língua inglesa, e também pela paciência e apoio dados em momentos de maior necessidade.

Também aos meus fiéis colegas de turma, Tiago Pereira Barbosa, Edson de Jesus Lopes, João Carlos Cecato e Tiago Moraes Barbosa, pelos cinco anos que conseguimos passar juntos e invictos pelo curso, e pela ajuda e força que tive de cada um em momentos alternados de necessidade ao longo dessa jornada em busca da realização de um sonho acadêmico e profissional.

Finalmente agradeço a Deus, pela oportunidade de cursar uma Universidade e me tornar Engenheiro, tornando-me também em minha profissão uma ferramenta de sua vontade, expressando sempre a ética e os bons costumes onde quer que eu execute minha profissão.

RESUMO

Faria Lauri Filipe de. **Automatização Inteligente em placas de aquecimento solar de água de baixo custo.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

As placas de aquecimento solares normalmente utilizadas nos dias atuais, embora possibilitem uma grande economia de energia, ainda pecam em aproveitamento, consumindo uma quantidade de energia maior que a do chuveiro convencional quando se faz necessário a utilização da resistência para aquecimento.

O trabalho visa à automatização de uma placa de aquecimento solar de baixo custo, através de um motor controlado por um microcontrolador PIC 16F648A, que fará a leitura de sensores na placa a fim de movimentá-la em ângulos que possibilitem melhor aproveitamento da energia solar.

Palavras-chave: Microcontrolador. PIC 16F648A. Aquecedor Solar. Fotoresistor.

ABSTRACT

Faria Lauri Filipe de. **Intelligent Automatization in tags of solar warming of water if low coast.**
Work of Conclusion Curse, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

The tags of solar warming normally used in actual days, although enable a great economy of energy, till transgress in improvement, consuming a bigger quantity of energy that the conventional shower use when it makes necessary the utilization of warming resistance.

The study angles for an automatization of a tag by solar warming of low cost, through a controlled motor by a microcontrolator PIC 16F648A, that will do a reading of sensors in tag in order to move it in angles that enable a better improvement of solar energy.

Key-words: Microcontolator. PIC 16F648A. Solar warming. Light Dependent Resistor.

LISTA DE ABREVIATURAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
USF	Universidade São Francisco
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Custo
LDR	Light Dependent Resistor
DASOL	Departamento Nacional de Aquecimento Solar
CDHU	Companhia de Habitação e Urbanismo do Estado de São Paulo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Componentes de um Aquecedor Solar de Água.....	3
Ilustração 2: Esquema de Funcionamento de um Coletor Solar.	4
Ilustração 3: Aquecedor Solar De Baixo Custo.	5
Ilustração 4: Dimensões do Fotorresistor Utilizado.	7
Ilustração 5: Resposta espectral e Variação de resistência com a Luminosidade do LDR	8
Ilustração 6: Diagrama dos Blocos Funcionais.	9
Ilustração 7: Circuito Básico do Sensor de Luz desenhado no programa Proteus.	10
Ilustração 8: Disposição dos LDR's no sistema.	10
Ilustração 9: Esquema completo da Placa de Controle desenhada no programa Proteus.	11
Ilustração 10: Detalhe da ligação e posicionamento dos Micros de Controle.	11
Ilustração 11: Placa eletrônica montada para teste prático.	12
Ilustração 12: Sistema montado em início do dia de teste prático.	12
Ilustração 13: Esquema em Blocos Do Programa.	13
Ilustração 14: Rotina Principal Do Programa.	14
Ilustração 15: Placa Automatizada em posição inicial.	15
Ilustração 16: Placa automatizada em posição intermediária.	15
Ilustração 17: Placa automatizada em posição final.	15
Ilustração 18: Placas Solares em teste prático de comparação.	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Placa Automatizada x Placa Comum.	17
Tabela 2: Representação Gráfica da Placa Automatizada x Placa Comum.	18
Tabela 3: Relação de Custo de Produção da Automação.	19
Tabela 4: Relação custo-benefício estimada para o aquecimento de água.	20

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
HISTÓRIA DO AQUECEDOR SOLAR.....	2
1. FUNCIONAMENTO DE UM AQUECEDOR SOLAR.....	3
1.1 O AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO.....	5
1.2 FOTORESISTOR.....	7
2. PROJETO.....	9
2.1 PLACA DE CONTROLE.....	10
2.2 PROGRAMA.....	13
3. TESTE PRÁTICO.....	16
4. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

INTRODUÇÃO

Privilegiado por seu clima que garante, em média, fração solar de 70% (total de dias no ano com isolamento suficiente para utilizar o aquecimento solar sem complementação de outra fonte de energia), o Brasil está entre os 10 países que mais utilizam energia solar no mundo. Segundo dados do DASOL (Departamento Nacional de Aquecimento Solar) da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento), 66% dos sistemas de aquecimento solar instalados no país são utilizados em residências (casas); 17% em piscinas; 9% no setor de serviços; 6% em prédios residenciais e 2% na indústria.

A comprovação de economia tanto no custo de construção (oriundo da necessidade de uma rede de eletricidade interna com menor capacidade) como na redução do gasto com energia elétrica fez com que a CDHU (Companhia de Habitação e Urbanismo do Estado de São Paulo) incluísse a tecnologia como padrão nos projetos habitacionais do estado paulista.

Além de somar menor impacto ambiental, a energia solar para o aquecimento de água pode ser uma opção sustentável e economicamente viável para os empreendimentos que exigem o consumo de água quente. Solução não só para as grandes empresas, mas também para pequenos comerciantes ou residências.

Baseado na importância da energia solar e conseqüentemente das placas solares na economia de energia elétrica pensou-se em uma automatização que visa aumentar os ganhos de uma placa de aquecimento solar, desenvolvidos com base no aquecedor solar de baixo custo.

O Projeto visa o desenvolvimento de uma placa de controle que a partir de sensores que leiam a posição do sol, atue junto a um motor elétrico, fazendo com que a placa siga o sol, obtendo assim um maior ganho de energia e aquecendo ainda mais a água.

HISTÓRIA DO AQUECEDOR SOLAR

As primeiras experiências para entender melhor a capacidade do sol de aquecer a água foram documentadas em 1767 pelo suíço Horace de Saussure, que fez várias experiências com uma caixa revestida com isolamento térmico.

Depois, o norte-americano Clarence Kemp patenteou um Aquecedor composto de tanques de cobre que ficavam dentro de uma caixa de madeira, com isolamento térmico e vidro na cobertura. Mas esse sistema perdia muito calor à noite. E foi então outro norte-americano, William Bailey, quem avançou nesse sentido, patenteando um Aquecedor Solar muito parecido com os modelos que ainda são usados nos quatro cantos do mundo.

Embora o princípio de funcionamento e os equipamentos básicos do coletor de Bailey sejam parecidos com os produtos modernos, o fato é que, através dos anos, os Aquecedores Solares ficaram bem mais baratos muito mais leves e duráveis, além de muitas vezes mais eficientes. E é por isso que o uso do Aquecedor Solar não pára de crescer no Brasil e no mundo. Até mesmo países frios, como a Alemanha, têm usado cada vez mais essa tecnologia.

Os primeiros Aquecedores Solares surgiram no Brasil nos anos 70, fruto da crise do petróleo e mesclada a muito idealismo e pouco profissionalismo. Esse quadro começou a mudar nos anos 80, com a qualidade dos produtos crescendo cada vez mais e com a entrada em campo dos primeiros testes de equipamentos e as primeiras normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - específicas para o setor.

Já na década de 90, o que se viu foi um crescente profissionalismo em resposta a um mercado cada vez mais exigente e estruturado. Os equipamentos ganharam em qualidade, enquanto o preço caiu. Laboratórios especializados surgiram bem como novas normas da ABNT. O setor inclusive se organizou com a criação da ABRAVA [1].

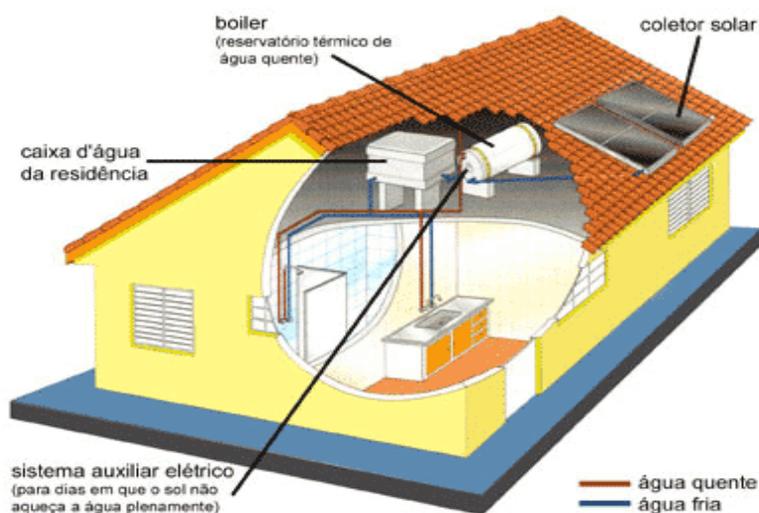
1. FUNCIONAMENTO DE UM AQUECEDOR SOLAR

Um sistema básico de Aquecimento de água por Energia Solar é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico (Boiler).

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre.

O reservatório térmico, também conhecido por Boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre, inox ou polipropileno, isolados termicamente com poliuretano expandido sem CFC, que não agride a camada de ozônio. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio.

Em sistemas convencionais, a água circula entre os coletores e o reservatório térmico através de um sistema natural chamado termossifão. Nesse sistema, a água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim a água fria “empurra” a água quente gerando a circulação. Esses sistemas são chamados de circulação natural ou termossifão.



Fonte: “Como Funciona um Aquecedor Solar” disponível no site <http://www.soletrol.com.br/educacional/como funciona.php>

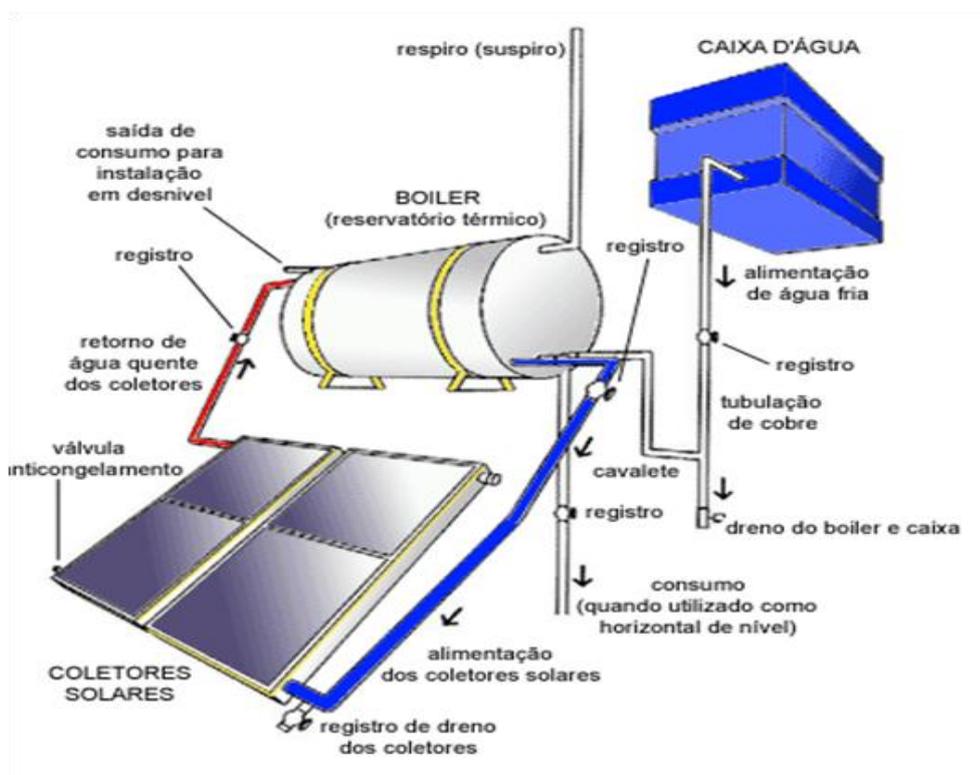
Ilustração 1: Componentes de um Aquecedor Solar de Água.

Abaixo, uma descrição do Coletor Solar:

Quando os raios do sol atravessam o vidro da tampa do coletor, eles esquentam as aletas que são feitas de cobre ou alumínio e pintadas com uma tinta especial e escura que ajuda na absorção máxima da radiação solar. O calor passa então das aletas para os tubos (serpentina) que geralmente são de cobre. Daí a água que está dentro da serpentina esquenta e vai direto para o reservatório do aquecedor solar.

Os coletores são fabricados com matéria-prima nobre, como o cobre e o alumínio. Recebem um cuidadoso isolamento térmico e ainda vedação com borracha de silicone. Eles têm cobertura de vidro liso e são instalados sobre telhados ou lajes, sempre o mais próximo possível do reservatório térmico.

O número de coletores a ser usado numa instalação depende do tamanho do reservatório térmico, mas pode também variar de acordo com o nível de insolação de uma região ou até mesmo de acordo com as condições de instalação [8].



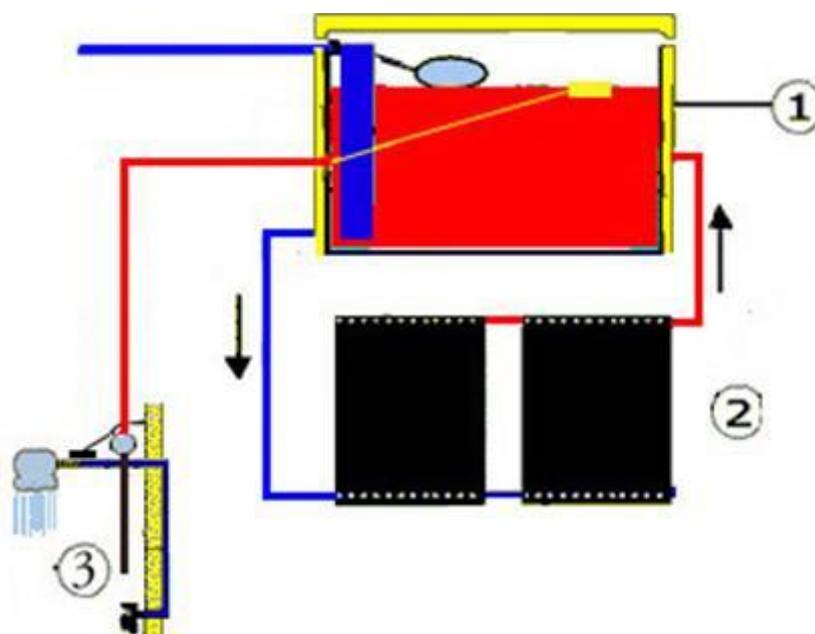
Fonte: “Como Funciona um Aquecedor Solar” disponível no site <http://www.soletrol.com.br/educacional/como funciona.php>

Ilustração 2: Esquema de Funcionamento de um Coletor Solar.

1.1 O AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Para o protótipo prático do projeto será desenvolvido em cima de um Aquecedor solar de Baixo Custo, sentiu-se a necessidade de apresentá-lo também nesta monografia, e sua funcionalidade.

A operação do sistema ASBC (Aquecedor Solar de Baixo Custo) pode ser explicada com maior facilidade se todo o sistema for dividido em três partes fundamentais. Observe a numeração na figura 1, a seguir, leia como funciona cada parte desse sistema.



Fonte: “Sociedade do Sol” disponível no site
http://www.sociedadedosol.org.br/asbckd/asbckd_online.htm

Ilustração 3: Aquecedor Solar De Baixo Custo.

1. Caixa de água quente

Tem a função de armazenar a água aquecida pelo coletor solar. Com o aquecimento, a água presente no interior dos coletores se movimenta para a caixa de água. Simultaneamente a água estocada na caixa se movimenta em direção ao coletor, dando início a um processo de circulação natural da água, denominado termo-sifão. Esse processo, representado na figura pelas setas, dura enquanto houver uma boa irradiação solar.

A caixa de água deve receber um isolamento térmico externo para evitar a perda de calor pelas laterais e pela tampa superior. Muitos materiais podem ser utilizados para essa finalidade, como por exemplo, o isopor, o jornal, a serragem, a grama picada e seca ou e a forração de carpete.

No interior da caixa existem duas bóias que controlam a entrada e saída de água. A primeira é a tradicional bóia de registro que libera a entrada de água fria, proveniente da rede pública. A outra bóia é chamada de pescador. A sua finalidade é levar para o chuveiro a água da caixa que estiver com maior temperatura. Normalmente a água mais quente está na parte mais alta do volume armazenado. Isso ocorre porque a água quente tem densidade menor que a água fria. Além dessas duas bóias, existe, verticalmente, ligado à torneira de bóia, um cano cuja função é a de levar a água de rua suavemente ao fundo da caixa, evitando turbilhonamento que poderia misturar água quente e fria na caixa.

2-Coletores solares simplificados

Tem a função de aquecer água. Os coletores são fabricados com placas de ferro de PVC. A ausência das usuais coberturas de vidro dos coletores tradicionais evita que eles esquentem a água tanto quanto os tradicionais. A redução das temperaturas permite o uso de dutos de PVC de água fria e a redução do perigo de que a água muito quente possa vir a ferir crianças e outros. O uso do PVC permite uma enorme redução de custos desses aquecedores

3-Misturador de água quente

O misturador é um registro de esfera com uma haste de PVC acoplada em sua borboleta. Quando o usuário movimentar esta haste libera água para o chuveiro. Esta água provém do pescador, integrante da caixa de água. Caso a temperatura da água aquecida esteja abaixo do esperado, o usuário pode complementar o aquecimento acionando o chuveiro elétrico [2].

1.2 FOTORESISTOR

Os fotoresistores são constituídos simplesmente pelo material semicondutor, o sulfeto de cádmio ou o sulfeto de chumbo. Também chamado de célula fotocondutiva, ou ainda de fotoresistência, o LDR (Light Dependent Resistor) é um dispositivo semicondutor de dois terminais, cuja resistência varia linearmente com a intensidade de luz incidente, obedecendo à equação $R = C.L.a$, onde L é a luminosidade em Lux, C e a são constantes dependentes do processo de fabricação e do material utilizado.

Quando o fóton tem energia suficiente para quebrar a ligação elétron - buraco (0.2 a 3eV - comprimento de onda de 400 a 600nm), um elétron torna-se livre, podendo fluir pelo circuito. A energia luminosa desloca elétrons da camada de valência para a de condução (mais longe do núcleo), aumentando o número destes, o que diminui a resistência e aumenta a condutividade.

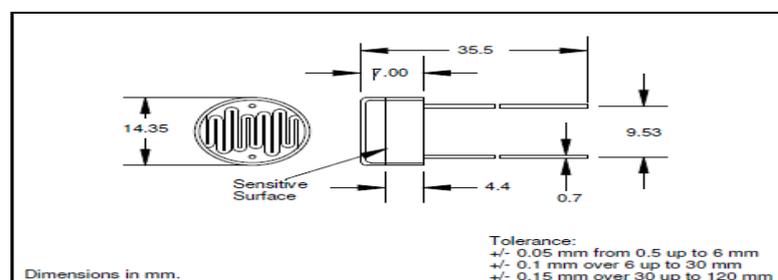
Os fotoresistores têm memória, isto é, a sua resistência atual depende da intensidade e duração de uma exposição à radiação ocorrida anteriormente [4].

VANTAGENS:

- Alta Sensibilidade
- Baixo Custo

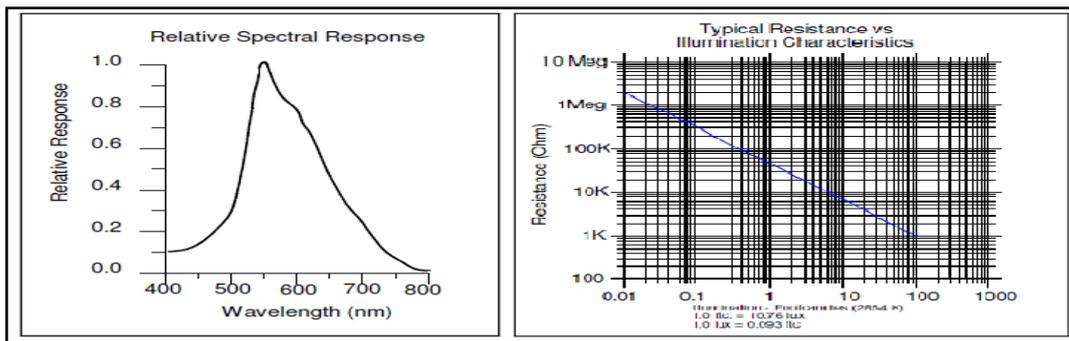
DESVANTAGENS:

- Resposta Espectral Estreita
- Memória



Fonte: “Características do Fotoresistor” disponível no site http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/foto/fotoresistores.htm

Ilustração 4: Dimensões do Fotoresistor Utilizado.



Fonte: "Características do Fotorresistor" disponível no site
http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/foto/fotorresistores.htm

Ilustração 5: Resposta espectral e Variação de resistência com a Luminosidade do LDR

2. PROJETO

O Projeto Pode ser visualizado de uma maneira generalizada, pela seguinte descrição de blocos de funcionamento:

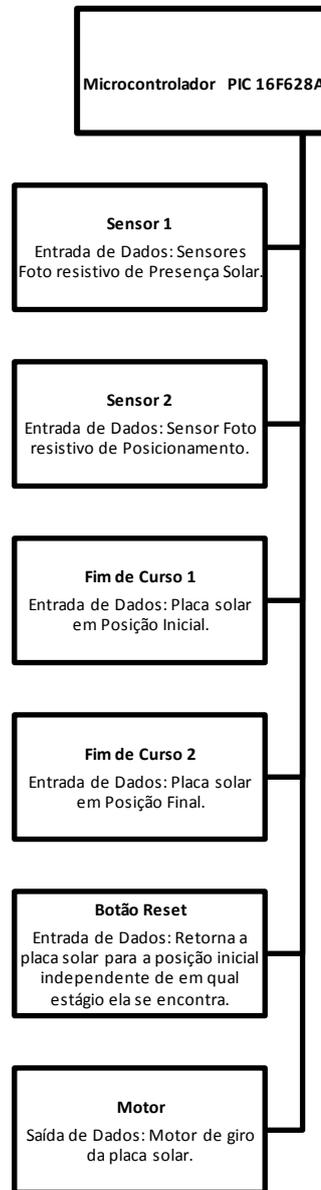


Ilustração 6: Diagrama dos Blocos Funcionais.

A partir do esquema visto, será visto a seguir o desenvolvimento da placa de controle e o comando do motor preso á estrutura da placa de aquecimento solar, que fará a placa seguir o posicionamento solar.

2.1 PLACA DE CONTROLE

A placa de controle desenvolvida tem como base o sensor de luz obtido com base no “Projeto Sensor de Luminosidade”, da Universidade Federal Do Ceará, e utiliza o seguinte circuito básico [6].

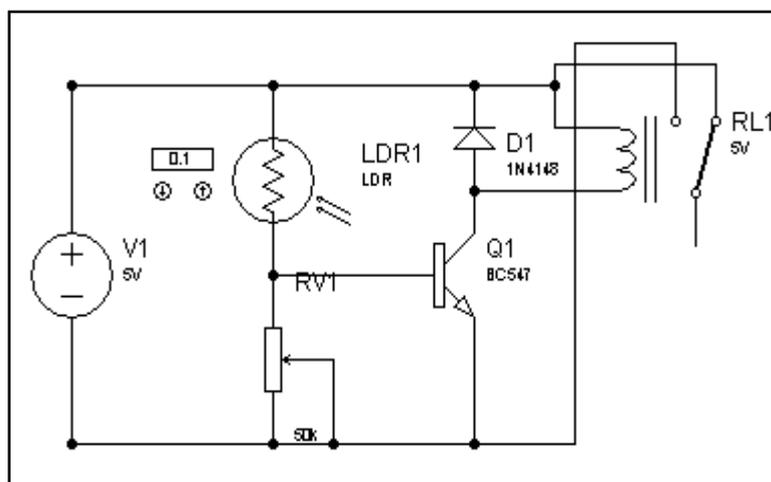


Ilustração 7: Circuito Básico do Sensor de Luz desenhado no programa Proteus.

O Circuito descrito acima tem como base a condução do LDR, que varia a sua resistência de acordo com tabela 1, já vista acima e, portanto, o transistor Q1 observado na figura entrará em condução ou não dependendo da relação de divisor de tensão realizado entre o Trimpot de 50K e o LDR, Trimpot o qual é utilizado para realizar o ajuste de sensibilidade do sensor, podendo assim ser ajustado de acordo com a necessidade do sistema [5].

A idéia de implementação do sensor no controle provém da seguinte maneira, observada na figura a seguir:



Ilustração 8: Disposição dos LDR's no sistema.

A idéia é que o primeiro sensor e colocado mais alto, indique a presença de luz solar, enquanto o segundo é parâmetro de comparação para o sistema, detectando então quando há falta de luz no segundo sensor, dando comando para a placa se mover de forma a “seguir” o sol.

Logo abaixo, podemos ver um esquema completo do circuito montado, e das ligações com o microcontrolador PIC, que fará a interpretação dos dados e o comando do sistema [7].

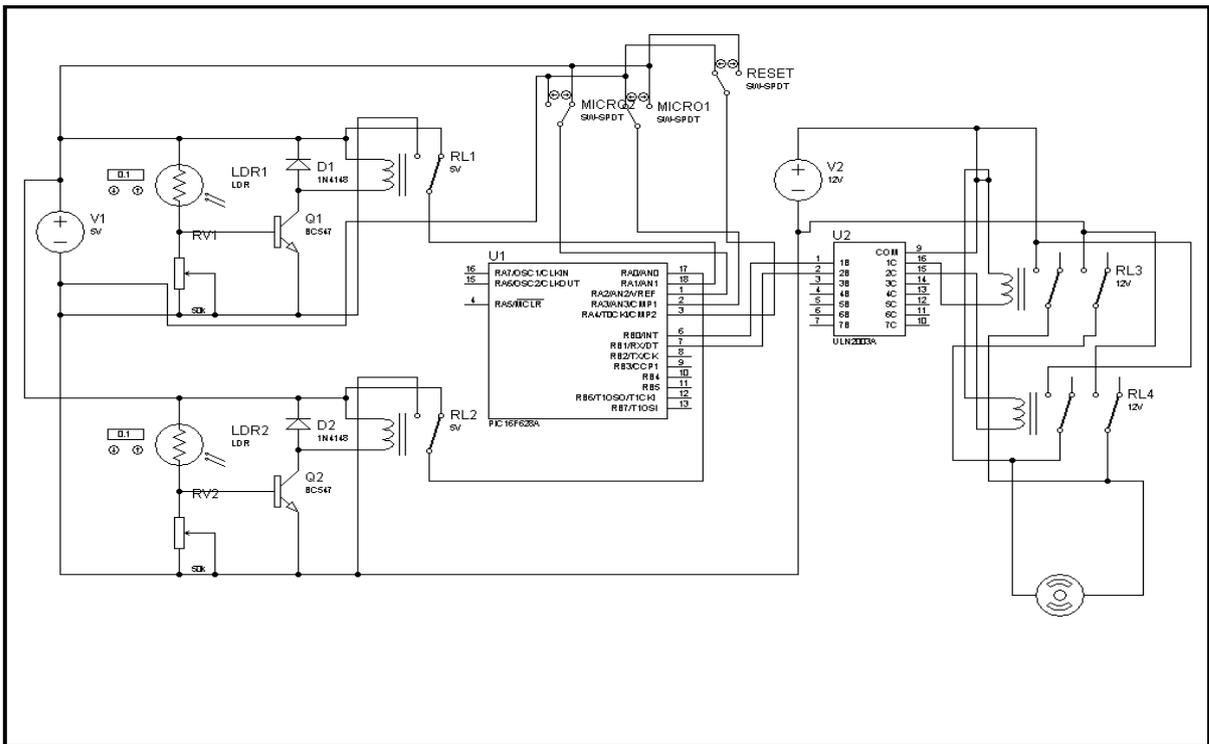


Ilustração 9: Esquema completo da Placa de Controle desenhada no programa Proteus.

Os micros de controle vistos no esquema ficam posicionados no sistema de forma a limitar o ângulo mínimo e o ângulo máximo de movimento da Placa Solar, enviando sinal para o sistema de modo a limitar o movimento do motor.



Ilustração 10: Detalhe da ligação e posicionamento dos Micros de Controle.

Foi desenvolvido um protótipo prático visto a seguir em duas etapas, primeiro a placa de controle montada, e posteriormente o sistema inteiro montado, já para execução de teste prático.

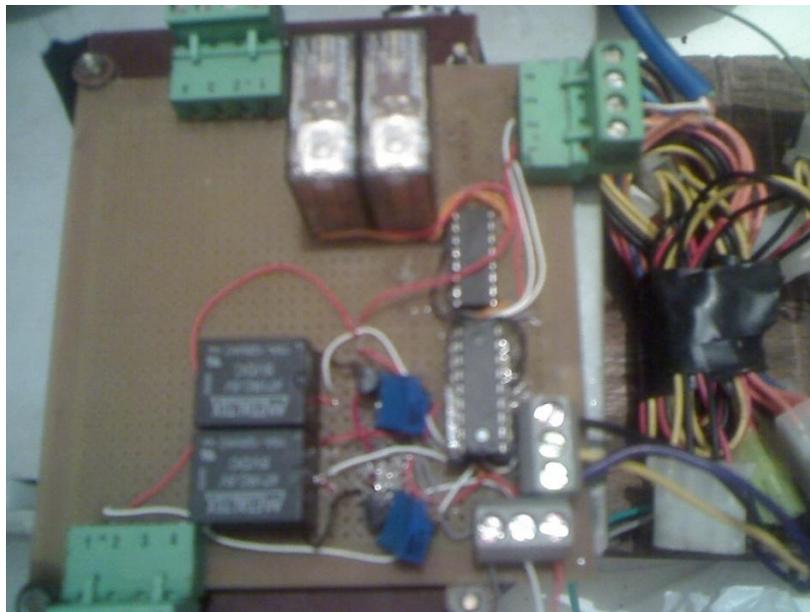


Ilustração 11: Placa eletrônica montada para teste prático.



Ilustração 12: Sistema montado em início do dia de teste prático.

2.2 PROGRAMA

O escrito para o PIC segue o seguinte esquema em blocos:

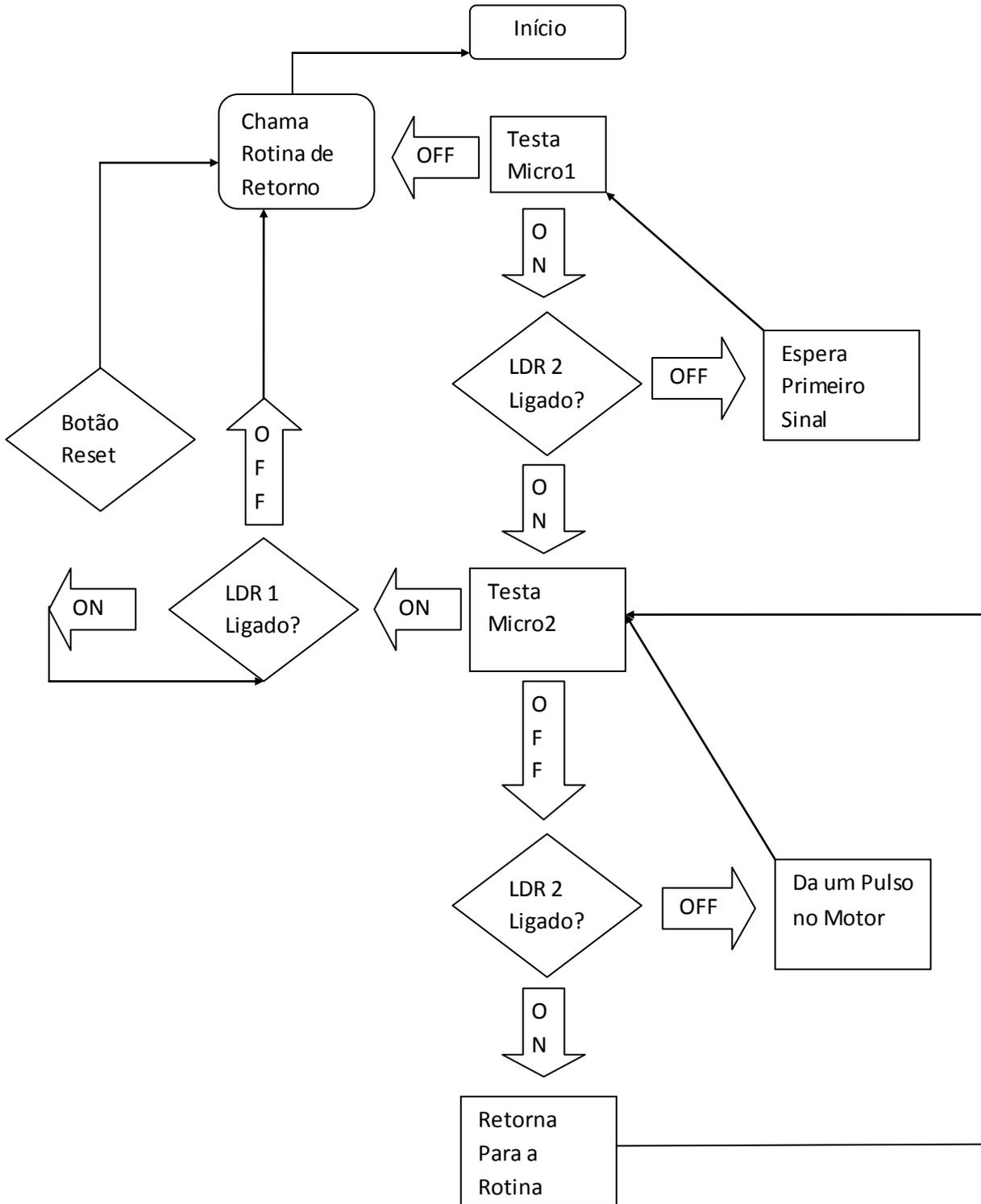


Ilustração 13: Esquema em Blocos Do Programa.

Abaixo, poderemos ver em três etapas, a mudança de posição da placa no decorrer do dia, de modo a “seguir”, dentro do limite do sistema, o ângulo de incidência solar, podendo assim conseguir maior aproveitamento desde o nascente até o poente:



Ilustração 15: Placa Automatizada em posição inicial.



Ilustração 16: Placa automatizada em posição intermediária.



Ilustração 17: Placa automatizada em posição final.

3. TESTE PRÁTICO

Para execução dos testes práticos, foram montadas duas placas de aquecimento solar, uma com o sistema automatizado e uma sem, para se fazer um comparativo da eficácia e viabilidade da automação, vistas a seguir:



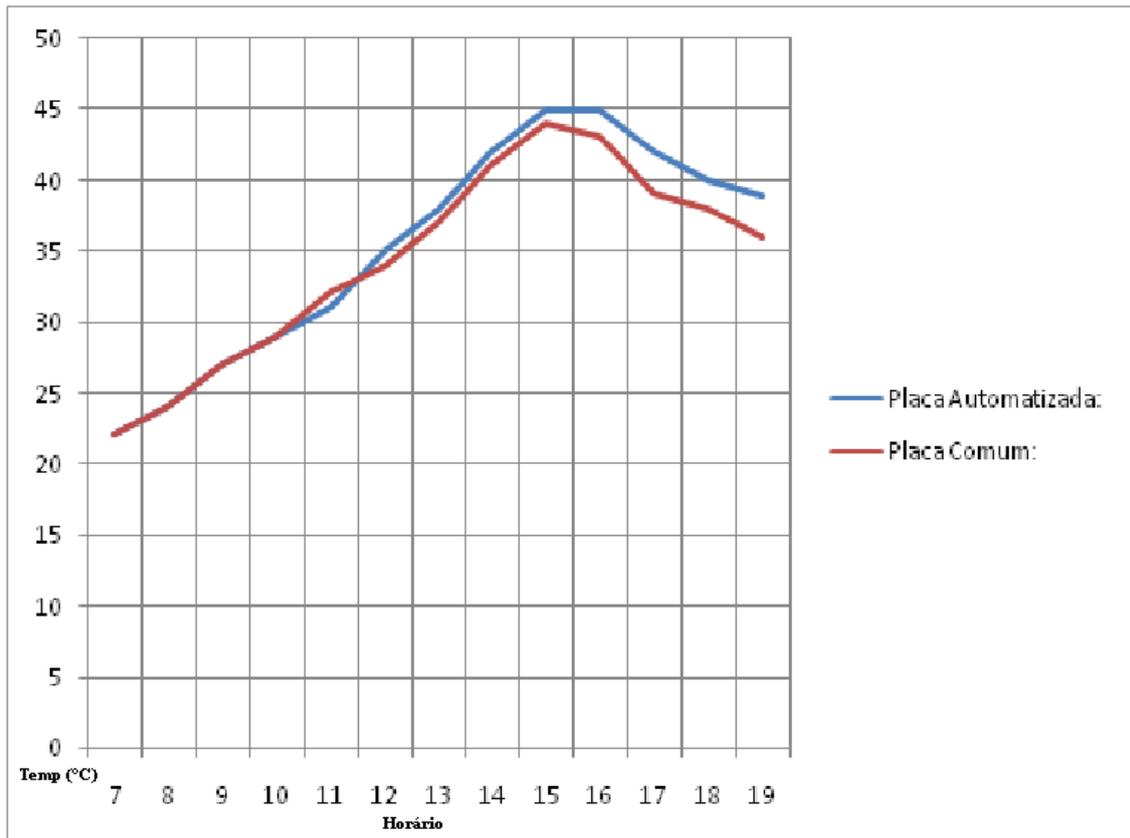
Ilustração 18: Placas Solares em teste prático de comparação.

Para este dia de testes, foram obtidos os seguintes dados:

Tabela 1: Placa Automatizada x Placa Comum.

Horário:	Placa Automatizada:	Placa Comum:	Temperatura Ambiente:
7:00	22° C	22°C	22° C
8:00	24°C	24°C	23°C
9:00	27°C	27°C	24°C
10:00	29°C	29°C	24°C
11:00	31°C	32°C	25°C
12:00	35°C	34°C	28°C
13:00	38°C	37°C	31°C
14:00	42°C	41°C	30°C
15:00	45°C	44°C	31°C
16:00	45°C	43°C	27°C
17:00	42°C	39°C	26°C
18:00	40°C	38°C	24°C
19:00	39°C	36°C	23°C

Tabela 2: Representação Gráfica da Placa Automatizada x Placa Comum.



Como Podemos Observar nos dados obtidos o sistema automatizado leva ligeira vantagem nos testes, e no decorrer da tarde quando a temperatura começa a cair, consegue mantê-la com menos perdas por mais tempo.

Através do software Matlab foi possível levantar a equação polinomial que melhor representa o conjunto de dados obtidos. O método utilizado foi o de ajuste de curvas.

No caso da placa automatizada obtém-se:

$$p = 0.0024x^5 - 0.1556x^4 + 3.8568x^3 - 45.9730x^2 + 266.2743x - 579.5066$$

Já para a placa comum, o polinômio obtido foi:

$$q = 0.0022 x^5 - 0.1432 x^4 + 3.5426 x^3 - 42.1948 x^2 + 244.7006x - 532.5097$$

Isso quantifica as diferenças “visuais” do gráfico, além de permitir uma extrapolação de valores e prever a curva de decaimento da temperatura.

4. CONCLUSÃO

Como o projeto é intitulado como de baixo custo, veremos agora uma avaliação dos custos da automação.

Utilizaremos como preço médio para construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo, uma estimativa com base em pesquisa de mercado dos valores médios de todos os componentes que são usados na construção da placa solar de baixo custo retirado da lista do projeto de aquecedor solar de baixo custo, no site da Sociedade do sol, como de R\$ 100,00 [2].

Agora a seguir veremos uma tabela descrita com os valores de custo do sistema de automatização:

Tabela 3: Relação de Custo de Produção da Automação.

Item:	Custo (R\$)
Componentes Eletrônicos:	Cerca de R\$ 70,00.
Base Mecânica:	Sem custos, obtida em sucata e utilizada para o projeto.
Motor De Limpador de Para Brisa:	Obtido em Ferro Velho, Com custo de Cerca de R\$ 40.
Outros itens diversos utilizados:	Cerca de R\$ 30,00.
Custo total Da Automação:	Cerca de R\$ 140,00.

Também com base em pesquisa do senhor Omar Campos Ferreira, realizada a fim de promover o aquecimento solar de água, retirou-se a seguinte tabela, que visa demonstrar os ganhos de uma placa solar comum industrial em relação custo-benefício.

Tabela 4: Relação custo-benefício estimada para o aquecimento de água.

Custos R\$/dia	Chuveiro elétrico	Aquecedor GLP	Coletor Solar Plano
Investimento R\$	35,00	800,00	1.800,00
Vida útil - anos	2	10	15
Custo investim. (*)	0,06	0,39	0,73
Consumo	7,33 kWh	0,71 kg	1,83 kWh (#)
Eficiência	95%	75%	(+)
Total	2,21	2,12	1,35

(*) taxa de juros: 12% aa, câmbio 3,20 R\$/US\$. (#) admite-se que a energia solar substitua 75% da eletricidade usada. (+) substituída a eficiência pelo parâmetro comercial: 100l/dia água quente / m² de coletor solar plano.

Fonte: “Promoção do Uso da Energia Solar” disponível no site http://www.ecen.com/eee47/eee47p/energia_solar_domestico.htm

Com base nestes dados, e esperando que a automação aumente ainda mais esta relação custo-benefício, podemos considerar que o valor desta automação seja totalmente viável em aquecedores solares industriais, onde se espera que o ganho apresentado nos testes práticos seja até maior do que o obtido com as placas de baixo custo.

Embora o Sistema tenha apresentado poucos ganhos visíveis ao sistema no teste, ainda é possível dar crédito a sua implementação pelos seguintes pontos:

- O Sistema foi testado em caixas sem isolamento térmico, o que fez com que perdesse calor mais rapidamente.
- Embora testado em placas feitas manualmente de baixo custo, o sistema de automatização é genérico, podendo ser implantado em aquecedores solares industriais, onde se espera que seu ganho seja maior.
- Para a utilização em aquecedores solares industriais a automação é possível e espera-se um melhor custo-benefício, já que o preço da automação em comparação com o valor do aquecedor solar é pequeno.

O Sistema Automatizado teve um rendimento abaixo do esperado, porém não totalmente desacreditado pelos itens vistos acima, e espera-se que a sua implementação prática seja realmente possível, objetivando-se assim ganhos de temperatura e principalmente ganhos sociais, como implementação da automação em aquecedores de baixo custo para residências populares do governo, que já tenham por objetivo a sua utilização já na construção sendo assim construídas com o telhado e posicionamento da casa de acordo com a necessidade de operação da placa automatizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HISTÓRIA DO AQUECEDOR SOLAR – Disponível em <http://www.soletrol.com.br/educacional/historia.php>. Acesso em 26 de abril de 2010.
- [2] SOCIEDADE DO SOL / AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO – Disponível em http://www.sociedadedosol.org.br/asbckd/asbckd_online.htm. Acesso em 03 de maio 2010.
- [3] PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO PIC – Disponível em http://www.radioamadores.net/files/microcontroladores_pic.pdf. Acesso em 10 de maio 2010.
- [4] PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS FOTORESISTORES - Disponível em http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/foto/fotoresistores.htm. Acesso em 16 de maio 2010.
- [5] SEDRA; ADEL Smith. **Microeletrônica**. 5ª Ed. Volume único. Prentice Hall – Br.
- [6] PROJETO SENSOR DE LUMINOSIDADE – Disponível em http://www.deti.ufc.br/~pimentel/disciplinas/circ_eletronicos_files/Documentos/turma_2002/sensor_luz_RF.pdf. Acesso em 26 de maio 2010.
- [7] CARACTERÍSTICAS DO PIC 16F628A – Disponível em http://www.leopoldina.cefetmg.br/moodle/file.php/50/EDM/SLIDES/parte2/6-Caracteristicas_PIC16F628A.pdf. Acesso em 10 de junho 2010.
- [8] PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR – Disponível em <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php>. Acesso em 27 de junho de 2010.
- [9] PROMOÇÃO DO USO DA ENERGIA SOLAR – Disponível em http://www.ecen.com/eee47/eee47p/energia_solar_domestico.htm. Acesso em 26 de Novembro de 2010.