



**GIOVANNI LOUREIRO CAVALCANTI GRILO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
**OTIMIZAÇÃO DO USO DOS CONDICIONADORES DE**  
**AR DA FÁBRICA DA YAMAHA**

**JOÃO PESSOA**  
**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**GIOVANNI LOUREIRO CAVALCANTI GRILO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
**OTIMIZAÇÃO DO USO DOS CONDICIONADORES DE**  
**AR DA FÁBRICA DA YAMAHA**

Relatório de trabalho de conclusão de curso a ser apresentado em 18 de Fevereiro de 2009 para obter a pontuação referente à disciplina Projeto de Engenharia Elétrica, que foi orientado pelo Professor Doutor Eurico Bezerra de S. Filho, a fim de garantir a Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica.

**JOÃO PESSOA**  
**2009**

# GIOVANNI LOUREIRO CAVALCANTI GRILO

## RELATÓRIO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Relatório de Projeto de Engenharia Elétrica, apresentado à  
Universidade Federal de Campina Grande, como requisito  
mínimo à obtenção do título de Graduação Plena em  
Engenharia Elétrica, realizado na empresa Yamaha Motor  
Componentes da Amazônia LTDA.

*Área de concentração: Controle e Automação*

Relatório de Projeto, aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

---

Orientador de Estágio: Prof. Dr. Eurico Bezerra de Souza Filho  
Instituição - UFCG

---

Examinador: Prof. Dr. Luís Reyes Rosales Montero  
Instituição - UFCG

**Campina Grande-Paraíba**

## Sumário

<b>1.0 Justificativa do projeto</b> .....	<b>6</b>
<b>2.0 Objetivo do projeto</b> .....	<b>6</b>
<b>3.0 Locais de implantação do projeto</b> .....	<b>6</b>
<b>4.0 Estudos dos condicionadores de ar</b> .....	<b>7</b>
<b>5.0 Soluções implantadas</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1 Limitação da temperatura</b> .....	<b>9</b>
5.1.1 <i>Termostato eletromecânico</i> .....	9
5.1.2 <i>Limitador de temperatura</i> .....	10
5.1.3 <i>Método utilizado</i> .....	11
5.1.4 <i>Problemas enfrentados</i> .....	12
<b>5.2 Controle horário</b> .....	<b>12</b>
5.2.1 <i>Componentes Utilizados</i> .....	12
5.2.2 <i>Lógica do módulo horário projetado</i> .....	14
5.2.3 <i>Montagem dos módulos de acionamento horário</i> .....	15
5.2.4 <i>Problemas enfrentados</i> .....	17
<b>5.3 Controle por sensor de presença</b> .....	<b>18</b>
5.3.1 <i>Equipamentos utilizados</i> .....	19
5.3.2 <i>Programa em Ladder</i> .....	19
<b>6.0 Benefício do projeto</b> .....	<b>20</b>
<b>6.1 Redução do consumo de energia dos setores indiretos</b> .....	<b>20</b>
<b>6.2 Outros benefícios do projeto</b> .....	<b>22</b>
<b>7.0 Conclusão</b> .....	<b>23</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>25</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Destaque para os locais onde será implantado o projeto .....	7
<b>Figura 2:</b> Esquema simplificado do sistema de refrigeração de ar .....	8
<b>Figura 3:</b> Esquema simplificado do acionamento do compressor .....	8
<b>Figura 4:</b> Termostato original dos ar-condicionados do RH e da Administração .....	10
<b>Figura 5:</b> Controlador de temperatura TLZ10 da COEL .....	10
<b>Figura 6:</b> Esquema simplificado do controlador de temperatura instalado .....	11
<b>Figura 7:</b> Controladores implantados no RH (foto da esquerda) e na sala da Manutenção (foto da direita) .....	12
<b>Figura 8:</b> Controlador horário RTST/20 da COEL .....	13
<b>Figura 9:</b> Relé temporizador AE da COEL .....	13
<b>Figura 10:</b> Forma de acionamento do temporizador .....	13
<b>Figura 11:</b> Modelo de botoeira utilizada na montagem .....	13
<b>Figura 12:</b> Chave de duas posições utilizada no sistema .....	14
<b>Figura 13:</b> Modelo de lâmpada sinalizadora utilizada .....	14
<b>Figura 14:</b> Diagrama lógico do módulo de controle horário .....	14
<b>Figura 15:</b> Circuito elétrico do módulo de comando horário .....	15
<b>Figura 16:</b> Foto do módulo de acionamento horário em funcionamento .....	16
<b>Figura 17:</b> Foto dos equipamentos que formam o módulo de acionamento horário .....	16
<b>Figura 18:</b> Equipamento de controle horário que será implantado em alguns setores ..	17
<b>Figura 19:</b> Caixa plástica utilizada, em destaque .....	17
<b>Figura 20:</b> Controle misto realizado com sensor de presença ou por controle horário..	18
<b>Figura 21:</b> Modelo de CLP ATOS MPC4004.1 .....	19
<b>Figura 22:</b> Sensor de movimento da GND Eletrônica .....	19

## **1.0 Justificativa do projeto**

A Manaus Energia, por falta de recursos financeiros, não acatará mais nenhum pedido de aumento de Demanda de qualquer indústria do distrito industrial de Manaus. Assim sendo, estas empresas devem reduzir ao máximo o desperdício de energia elétrica, para poder aumentar suas linhas de produção.

Na Yamaha Motor da Amazônia o consumo de energia dos setores indiretos<sup>1</sup> vem aumentando no decorrer dos anos, com isso, deve-se reduzir o consumo de energia destes, para que a demanda fornecida atenda ao crescimento do setor produtivo e, também, reduzir o custo de fabricação de seus produtos.

Levando em consideração o conforto térmico dos colaboradores, este projeto também visa padronizar a temperatura interna dos ambientes de escritório, regulamentada por norma.

## **2.0 Objetivo do projeto**

Este projeto visa otimização o uso dos aparelhos de ar-condicionado da fábrica, para reduzir o consumo de energia destes. Para isto, será limitada a temperatura ambiente a um valor fixo, levando em consideração o conforto térmico dos colaboradores.

Também com a finalidade de reduzir o desperdício de energia elétrica, será implantado sistemas de controle que acionarão e/ou desligarão automaticamente os aparelhos de ar-condicionados, evitando, assim, que os mesmos permaneçam ligados desnecessariamente após o horário de expediente.

## **3.0 Locais de implantação do projeto**

Como a fábrica da Yamaha tem cerca de 200 condicionadores de ar distribuídos em vários setores distintos e com fabricantes variados, foram escolhidos locais para a implantação de um projeto piloto.

---

<sup>1</sup> Setores indiretos são os que não participam diretamente da fabricação de produtos.

O projeto abrangerá as salas do piso superior do galpão G2, os escritórios da manutenção, a sala do RH, a sala da Administração, o novo ambulatório, a sala do SESMT e a loja do grêmio. Totalizando 38 (trinta e oito) aparelhos que serão adaptados.

Na figura abaixo mostra a vista superior da Yamaha Motor da Amazônia, onde destacou-se os galpões que serão instalados os sistemas de controle dos ar-condicionados.

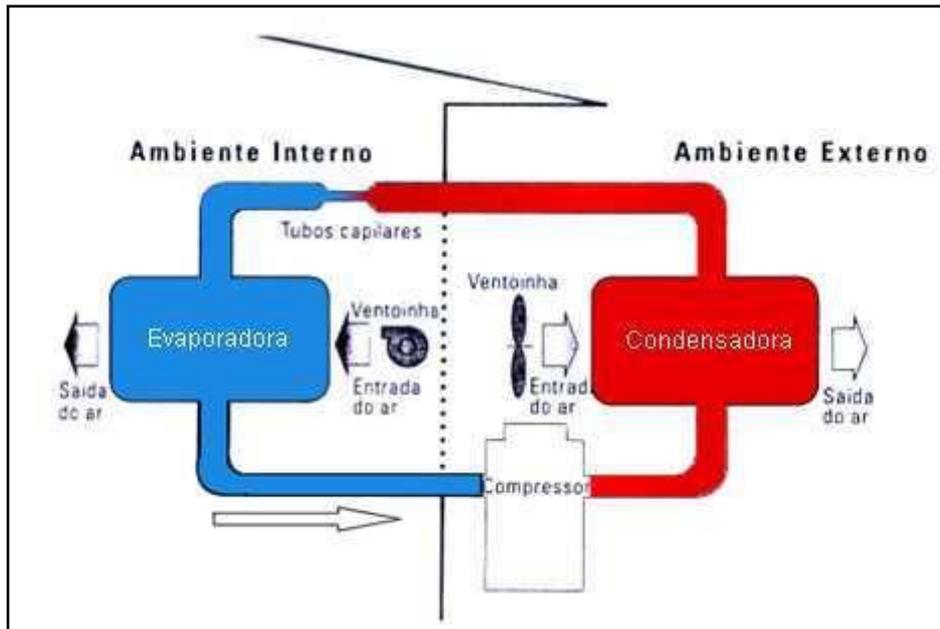


**Figura 1:** Destaque para os locais onde será implantado o projeto.

#### **4.0 Estudos dos condicionadores de ar**

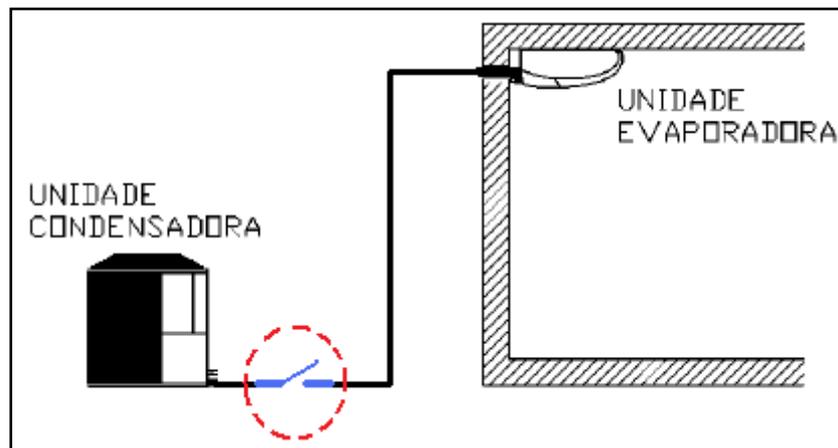
O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar, nada mais é do que a troca de temperatura do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar. [1]

Quando alcançado a temperatura desejada se faz uma leitura através de um sensor localizado no evaporador que este por sua vez desliga o compressor, fazendo com que o equipamento mantenha a temperatura, qualquer variação na temperatura estipulada aciona-se novamente o compressor que é responsável pela circulação do gás refrigerante dentro do sistema. [1]



**Figura 2:** Esquema simplificado do sistema de refrigeração de ar

A placa controladora da evaporadora envia um sinal para a placa da controladora da condensadora, onde esta comanda um relé que aciona a contadora que liga e desliga o compressor de ar.



**Figura 3:** Esquema simplificado do acionamento do compressor

Quanto maior for a temperatura escolhida para o ambiente, mais tempo o compressor permanecerá acionado, sendo assim, o consumo de energia elétrica será maior.

□ *Modelos de ar-condicionados trabalhados:*

Uma das dificuldades encontradas no projeto foi a grande variedade de modelos e fabricantes de aparelhos de ar-condicionados encontrados na fábrica, pois a arquitetura de cada fabricante é diferente e, com isso, despende-se um tempo excessivo para fazer um estudo de todos os modelos. Porém, como será visto adiante, foi utilizada uma estrutura em comum a todos os aparelhos para implementar as soluções.

Trabalhou-se com doze aparelhos do fabricante Hitachi na sala do RH e Administração, sua capacidade é de 60000 Btu's do tipo split por ventilação subterrânea. Mais dois aparelhos no escritório da Manutenção do fabricante Panasonic de 25000 Btu's, dez aparelhos da Hitachi de 25000 Btu's no piso superior do galpão G2 e dezesseis aparelhos do fabricante Springer de 15000 Btu's.

## **5.0 Soluções implantadas**

Foram adotadas três soluções para reduzir o consumo de energia dos ar-condicionados da empresa. Na primeira, limitou-se a temperatura dos condicionadores de ar em um valor termicamente confortável, para diminuir o tempo que o compressor permanece acionado. Na segunda solução, adotou-se evitar que os aparelhos permaneçam ligados desnecessariamente após o expediente, implantando controladores horários nestes. E na última situação, adotou-se o acionamento automático dos condicionadores de ar quando se detectar a presença de pessoas no ambiente.

### **5.1 Limitação da temperatura**

#### *5.1.1 Termostato eletromecânico*

O termostato eletromecânico, como o próprio nome o indica, recorre a meios mecânicos para fazer o controle da temperatura desejada pelo utilizador. Além de serem normalmente mais imprecisos que os termostatos eletrônicos, necessitam de uma manutenção periódica e respectiva afinação para que mantenham minimamente a sua fiabilidade. [7]

Existe no interior de seu transdutor um líquido sensível a variações de temperatura, onde este altera seu volume com facilidade. Quando se alcança a temperatura ajustada pelo usuário, o sensor se contrai fisicamente e abre um contato

elétrico, fazendo com que o compressor seja desligado e a medida que o ambiente aquece o transdutor se expande fechando, assim, este contato.

Pode-se visualizar a seguir um modelo destes termostatos, que foram encontrados nos condicionadores de ar do RH e Administração.



**Figura 4:** Termostato original dos ar-condicionados do RH e da Administração

### *5.1.2 Limitador de temperatura*

Para limitar a temperatura, utilizou-se um controlador de temperatura TLZ10 do fabricante COEL, que controla a temperatura ambiente através do controle do compressor do ar-condicionado.

Este controlador possui um sensor de temperatura do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient), que diminuem sua resistência elétrica quando submetido a um aumento de temperatura ambiente [3].



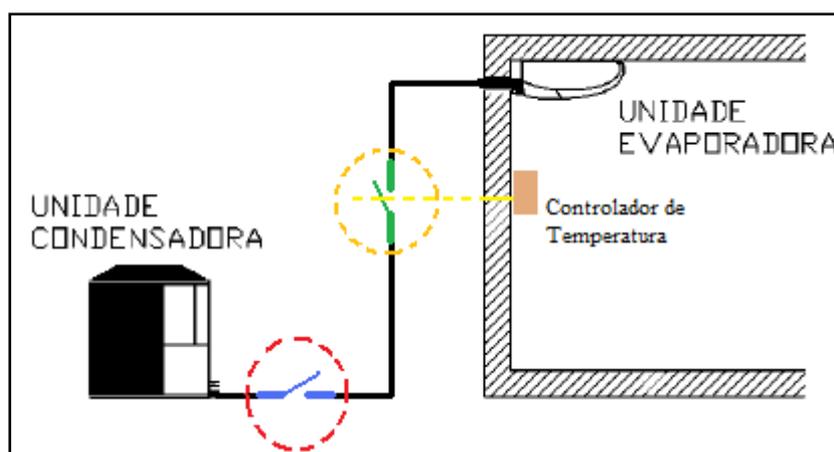
**Figura 5:** Controlador de temperatura TLZ10 da COEL

A tensão de entrada deste aparelho é variável de 100 a 240 Volts e possui um relé interno para o controle de cargas. Além do sensor NTC, o mesmo, suporta os sensores PTC's, sendo escolhidos via função interna. É possível medir temperaturas em graus Celsius na faixa de 50° negativos a 150° positivos. [4]

Além de limitar a temperatura ambiente, outra vantagem deste controlador é a de possuir um termostato digital, que apresenta uma leitura mais precisa e confiável do que o termostato eletromecânico.

### 5.1.3 Método utilizado

Foi adicionado o contato do relé deste controlador em série com o relé que controla o acionamento do compressor, como mostrado no esquema simplificado abaixo.



**Figura 6:** Esquema simplificado do controlador de temperatura instalado

Programa-se o controlador com uma faixa de temperatura. Quando é alcançada a temperatura de limite mínimo seu relé interno abre o circuito e não permite que o compressor seja acionado. Após certo tempo, o ambiente aquece até alcançar a temperatura máxima e, assim, o relé é acionado, fazendo com que o compressor seja ligado.

A corrente máxima que o relé do controlador de temperatura suporta é 5A, sendo assim, o mesmo suporta a corrente que passa pelo circuito que aciona o compressor, pois esta foi medida e apresentou um valor de 1,5A aproximadamente.

Abaixo, pode-se visualizar dois dos controladores instalados na fábrica. A foto mais à esquerda é um equipamento de ar-condicionado de 60000 Btus que está tendo sua temperatura limitada pelo TLZ10. Foram instalados em 12 aparelhos destes nas salas do RH e da Administração. E na foto à direita, pode-se visualizar a caixa protetora do controlador que controla os dois aparelhos de 25000 Btu's do escritório da Manutenção.



**Figura 7:** Controladores implantados no RH (foto da esquerda) e na sala da Manutenção (foto da direita)

#### *5.1.4 Problemas enfrentados*

O principal problema enfrentado, após a implantação deste sistema, foi o ajuste da temperatura ambiente para se obter um conforto térmico ideal para os funcionários, sem comprometer o objetivo do projeto.

Para resolver este problema, foi realizado um pequeno estudo de conforto térmico, que será mostrado no decorrer deste trabalho, Também foi feita uma conscientização destes funcionários relacionada com a finalidade do projeto.

## **5.2 Controle horário**

Para minimizar a falha humana, foi projetado um módulo que liga e desliga os aparelhos de ar-condicionados automaticamente de acordo com o horário do expediente de cada setor. Onde o mesmo, tem uma função adicional para o caso de colaboradores permanecerem no setor após o expediente.

#### *5.2.1 Componentes Utilizados*

O controlador horário RTST/20 da COEL possui 10 tipos de funções de acionamento e desligamento de cargas que estejam ligadas ao seu contato do relé interno, onde podem ser escolhidos os dias da semana para realizar estas operações. O

mesmo possui uma bateria interna com autonomia de 100 horas, para que sua programação seja mantida. Seu relé interno suporta até 16A entre seus contatos elétricos.



**Figura 8:** Controlador horário RTST/20 da COEL

O relé temporizado AE da COEL, utilizado para este equipamento, proporciona um intervalo de tempo regulável entre a alimentação e a atuação do contato de saída. O maior intervalo de tempo possível é 60 minutos. Este equipamento suporta até 16A entre seus contatos elétricos. [4]



**Figura 9:** Relé temporizador AE da COEL



**Figura 10:** Forma de acionamento do temporizador

Foi utilizada uma botoeira do tipo *push-button* da cor vermelha, com um contato normalmente fechado que suporta tensão e corrente máximas de 220V e 16A, respectivamente.



**Figura 11:** Modelo de botoeira utilizada na montagem

Para ligar e desligar o sistema foi utilizado uma chave de manopla curta de duas posições, com um contato normalmente fechado que suporta uma tensão de 220V e 16A de corrente máxima.



**Figura 12:** Chave de duas posições utilizada no sistema

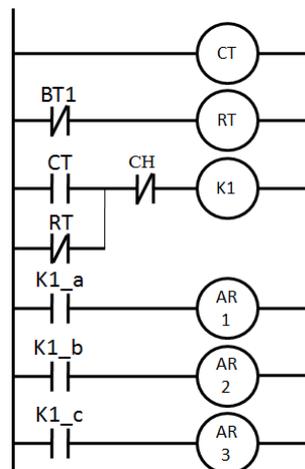
Lâmpada sinalizadora para parte frontal de painéis elétricos. Utilizou-se a cor laranja para o sinalizador que indica o funcionamento do equipamento. Sua tensão de alimentação é de 110V.



**Figura 13:** Modelo de lâmpada sinalizadora utilizada

### 5.2.2 Lógica do módulo horário projetado

No diagrama lógico abaixo foi simplificado o sistema do módulo horário. Onde CT é a bobina de acionamento e contato do relé interno do controlador horário RTST/20, BT1 é uma botoeira normalmente fechada, RT é a bobina de acionamento e contato do relé do temporizador AE e K1 é a bobina da contatora. Por fim, K1\_a, K1\_b e K1\_c são os contatos da contatora que acionam seus respectivos aparelhos de ar-condicionado (AR1, AR2 e AR3).



**Figura 14:** Diagrama lógico do módulo de controle horário

Caso o controlador (CT) encontre-se na hora programada para o acionamento de seu contato interno ou o relé temporizador (RT) não for desacionado e a chave (CH) estiver na sua posição normal, então a bobina da contatora é acionada e, com isso, os condicionadores de ar são ligados. Caso contrário estes aparelhos são desligados.

Em várias situações os funcionários dos setores terão que fazer hora-extra, porém os condicionadores de ar não poderiam ser acionados por causa do controlador horário, sendo assim, para resolver este problema, acrescentou-se o relé temporizado apresentado anteriormente. Utilizou-se o contato normalmente fechado deste temporizador para fazer o acionamento temporário da bobina da contatora, pois ao pressionar a botoeira (BT1) a bobina do temporizador é desenergizada e, assim, o contato de seu relé é fechado temporariamente.

### 5.2.3 Montagem dos módulos de acionamento horário

Na figura a seguir, pode-se visualizar o esquema elétrico utilizado na montagem do módulo de comando horário dos condicionadores de ar das salas do RH e da Administração.

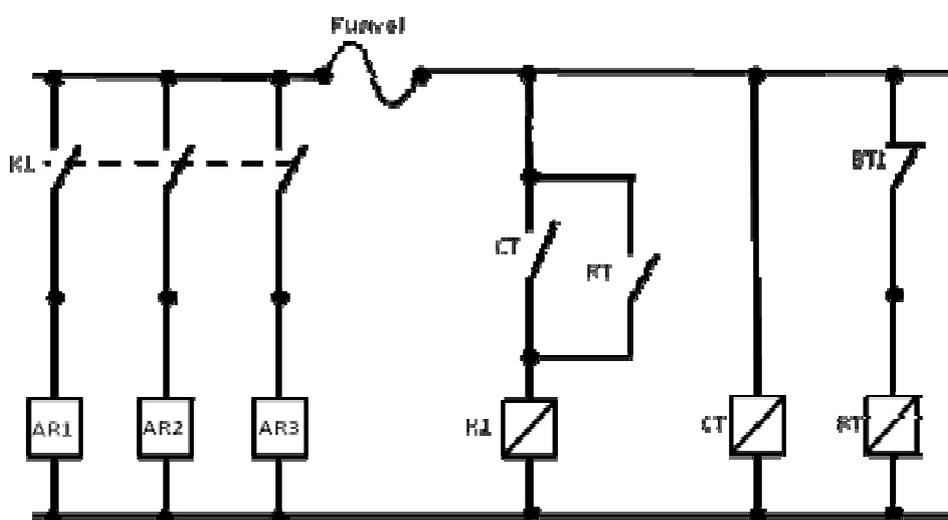


Figura 15: Circuito elétrico do módulo de comando horário

Todos os elementos que constituem os módulos foram dimensionados e adquiridos, para que o circuito descrito acima fosse montado pela mão-de-obra da Manutenção.

Os módulos foram montados em um quadro de comando da CEMAR, onde foram utilizados uma botoeira, um sinalizador e uma chave de duas posições da

Telemecanique e adquiriu-se todos estes equipamentos para funcionar em uma tensão de 110V, que é a tensão nominal fase-neutro do sistema elétrico de Manaus. Nas fotos a seguir, pode-se visualizar um módulo horário instalado em uma dos aparelhos de ar-condicionados da sala do RH.



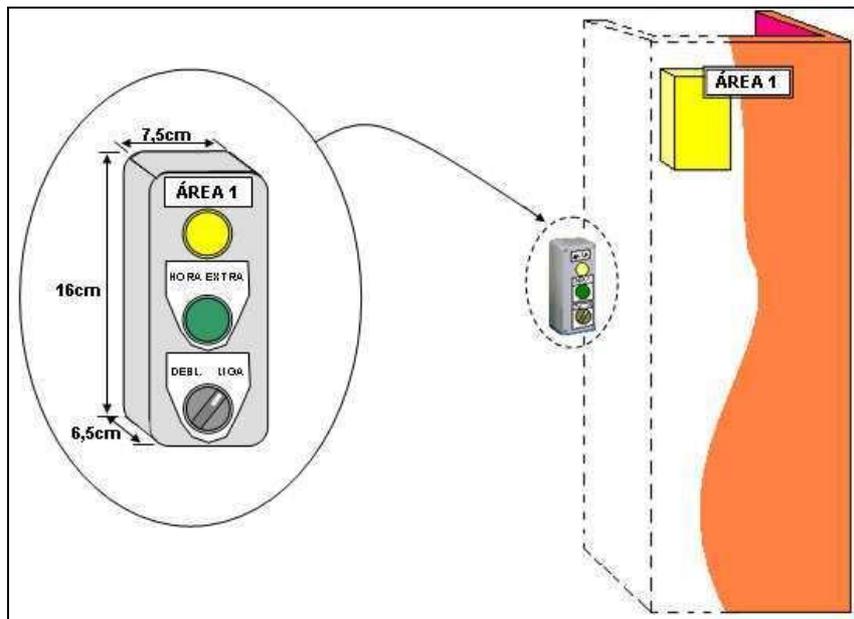
**Figura 16:** Foto do módulo de acionamento horário em funcionamento



**Figura 17:** Foto dos equipamentos que formam o módulo de acionamento horário

### 5.2.4 Problemas enfrentados

Um dos problemas enfrentados no projeto foi o de estética do equipamento, pois como os módulos ficam em um ambiente de escritório, a solução adotada fugiu dos padrões de estética do ambiente. Sendo assim, a interface com o usuário será adaptada em uma caixa de poliéster, como mostra a imagem a seguir.



**Figura 18:** Equipamento de controle horário que será implantado em alguns setores

Foi escolhida uma caixa do fabricante Taunus, do modelo AA202, onde seu material é de poliéster reforçado com 15% de fibra de vidro e a fixação de sua tampa é feita através de parafusos de aço inoxidável, tipo prisioneiro, com trava.



**Figura 19:** Caixa plástica utilizada, em destaque

### 5.3 Controle por sensor de presença

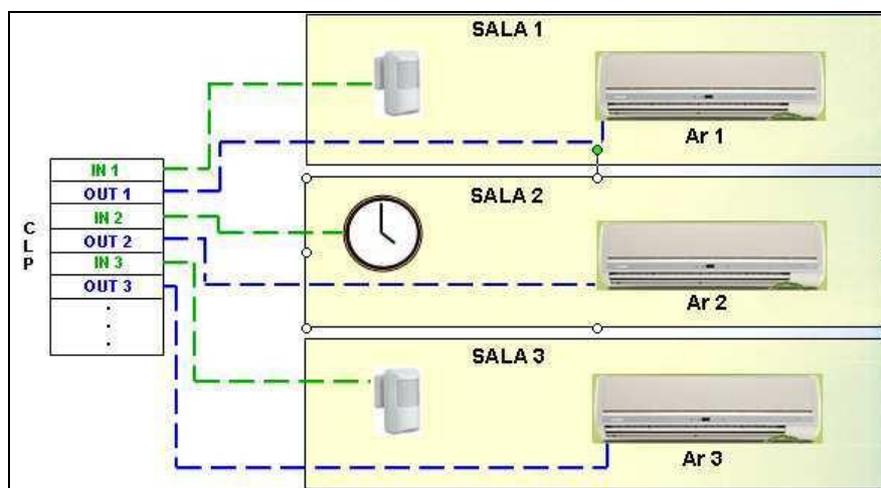
Em algumas salas, está sendo testada outra proposta para o projeto otimização do uso dos ar-condicionados, que consiste em acionar estes aparelhos, a partir, da presença ou ausência de pessoas no ambiente.

Serão instalados sensores de movimento no ambiente climatizado, para quando estes detectarem o movimento de pessoas no ambiente, os aparelhos de ar-condicionado sejam ligados automaticamente nas configurações de temperatura já pré-definidas. Com isso, pode-se evitar que os aparelhos permaneçam ligados desnecessariamente e, também, pode-se padronizar a temperatura dos aparelhos de tal forma que se obtenha uma redução no consumo de energia elétrica.

Como o sensor de movimento fecha um contato interno apenas por alguns instantes, logo depois de detectado o movimento no ambiente, foi adaptado um sistema com CLP (Controlador Lógico Programável) para que este tempo seja prolongado, evitando, assim, que o aparelho seja ligado e desligado constantemente.

Este sistema depende da movimentação dos colaboradores nas salas, sendo assim, não pode ser instalados em todos os ambientes. Pensando nisto, será utilizando um CLP, para que possa ter uma liberdade maior na escolha do sistema adequado para cada sala. Mesmo este aparelho sendo mais oneroso, o projeto é viável por sua possibilidade de fácil modificação.

A figura a seguir demonstra esquematicamente algumas das condições deste terceiro sistema adotado. Nas salas 1 e 3 os condicionadores de ar são acionados através de sensores de movimento. Porém, na sala 2 onde a movimentação de pessoas é escassa o CLP controla o aparelho dependendo do horário do expediente deste setor.



**Figura 20:** Controle misto realizado com sensor de presença ou por controle horário

### 5.3.1 Equipamentos utilizados

Para esta solução, foi utilizado um CLP ATOS do modelo MPC4004.1 que tem 8 saídas e 8 entradas digitais. Pode-se visualizar este controlador na figura abaixo. [11]



**Figura 21:** Modelo de CLP ATOS MPC4004.1

Sensor de movimento da GND Eletrônica, modelo G10T360, com 360° de cobertura e alcance máximo de 6 metros. [10]



**Figura 22:** Sensor de movimento da GND Eletrônica

### 5.3.2 Programa em Ladder

O programa Ladder que está sendo testado no protótipo desta solução encontra-se em anexo, com seus devidos comentários.

Quando o sensor de movimento é acionado, ativa-se a saída que liga o aparelho de ar-condicionado da sala e, caso não ocorra movimentação, após 30 minutos o aparelho é desligado.

## 6.0 Benefício do projeto

Como pode-se visualizar no gráfico a seguir, está havendo um constante aumento no consumo de energia nos setores que não estão ligados diretamente com a produção.

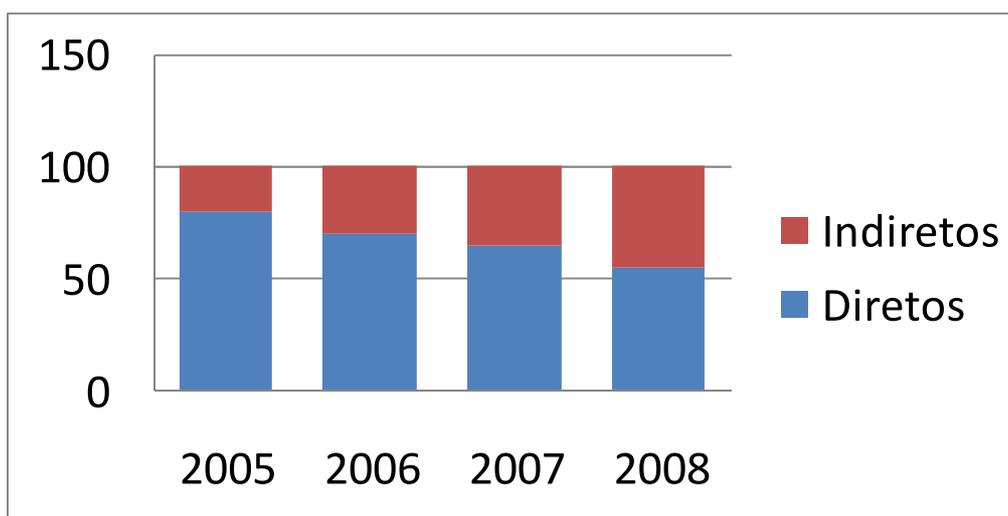


Gráfico 1: Relação de consumo de energia elétrica dos setores diretos e indiretos <sup>2</sup>

Os dados que serão apresentados a seguir comprovam que este projeto ajudará a diminuir essa taxa crescente de consumo de energia elétrica.

Além de seu objetivo principal, este projeto também levou em consideração o conforto térmico e a comodidade dos colaboradores da fábrica.

### 6.1 Redução do consumo de energia dos setores indiretos

Foi medido o consumo dos condicionadores de ar do RH e da Administração nas condições normais de ajuste da temperatura e depois de instalados os limitadores de temperatura digitais. Esta redução pode ser visualizada na tabela a seguir e o valor do kWh da concessionária local é R\$0,24.

<sup>2</sup> Gráfico apenas ilustrativo, pois os dados reais são confidenciais e não foram cedidos pelo setor.

**TABELA 1: Tabela da economia mensal após a implantação do sistema de controle digital.**

CONDIÇÕES	CONSUMO (kWh)	VALOR
NORMAL	39934,46	R\$ 10.935,09
CONTROLADA	27842,01	R\$ 7.623,87
<b>ECONOMIA MENSAL</b>	<b>12092,44</b>	<b>R\$ 3.311,23</b>

Para estimar um valor para os setores que ainda não foi implantado o sistema, pode-se utilizar a mesma taxa de redução que foi verificada no sistema já implantado (30% de redução no consumo de energia). Na tabela 2 se verifica esta estimativa.

**TABELA 2: Tabela da estimativa de economia mensal nos setores que o sistema ainda não foi implantado.**

LOCAL	QNT. AR-COND.	ECONOMIA (kW)	ECONOMIA (R\$)
NOVO AMBULATÓRIO	16	4191,26	R\$ 1.047,82
PISO SUPERIOR G2	10	3393,52	R\$ 848,38

A tabela a seguir mostra o cálculo realizado para a economia estimada que o controle horário dos ar-condicionados irá proporcionar a fábrica. Foi arbitrado que os aparelhos ficaram ligados desnecessariamente durante 300 horas no ano.

**TABELA 3: Tabela da estimativa de economia mensal utilizando os sistemas de controle horário.**

LOCAL	DESPERDÍCIO (h)	kW(Média)	ECONOMIA ANUAL
TÉRREO G2	100	140,6	R\$ 3.515,00
PISO SUPERIOR G2	150	24,48	R\$ 918,16
NOVO AMBULATÓRIO	100	30,24	R\$ 756,00

A economia mensal total prevista para todas as ações referentes citadas anteriormente pode ser visualizada na tabela a seguir.

**TABELA 4: Tabela da economia mensal que o projeto piloto irá obter.**

CONTR. TEMP.	R\$ 3.311,23
CONTR. HORÁRIO	R\$ 432,43
ESTIMADO	R\$ 1.896,20
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 5.639,85</b>

Foram investidos pouco mais de R\$7000,00 na compra do material para o desenvolvimento deste projeto, com isso, o retorno financeiro será obtido em menos de dois meses. Sendo assim, considera-se que este projeto é viável.

## **6.2 Outros benefícios do projeto**

Um dos benefícios deste projeto foi a padronização da temperatura ambiente nos escritórios da fábrica. Evitando assim, um desconforto térmico para os colaboradores, pois existem relatos de reclamação, até por parte da diretoria da fábrica, de desconforto por causa de ambientes muito frios.

Sendo assim, foi feito um estudo térmico, onde verificou-se que a temperatura média que proporciona um maior bem estar ao ser humano é 23° Celsius. E esta é indicada pela norma de ergonomia NR17. [9]

Realizaram-se medições com um termômetro de precisão em todos os ambientes para ajustar essa temperatura ambiente e, assim padronizou-se uma faixa de 23° a 24° Celsius.

Outro benefício que o projeto proporcionou foi o de isentar o colaborador da responsabilidade de ligar e desligar os aparelhos de ar-condicionado, trazendo, assim, uma maior comodidade aos mesmos.

Não se pode deixar de mencionar o benefício ao meio-ambiente, pois ao reduzir o desperdício do consumo de energia elétrica se contribui para uma redução de emissão de poluentes na atmosfera, tendo em vista que a maior parcela de energia produzida para a cidade é por meio de termoelétricas.

## 7.0 Conclusão

A empresa está investindo em projetos de redução de custos e desperdícios, para seus produtos sejam fabricados a um custo mais baixo e, com isso, podendo diminuir seu valor de mercado. Assim, este se torna mais competitivo no mercado aumentando suas vendas.

Além disto, este projeto de redução do consumo de energia dos ar-condicionados atende a outra finalidade que é a de tentar manter a demanda máxima que a Manaus Energia fornece para a fábrica da Yamaha, mesmo havendo um crescimento de sua estrutura.

Com isto, pode-se mencionar o sucesso que este projeto obteve, pois se obteve uma redução de mais de 30% do consumo de energia elétrica por parte dos ar-condicionados que foram modificados pelo novo sistema. Fazendo um cálculo estimado para todos os aparelhos da fábrica, a economia mensal pode chegar a R\$30000,00, ou seja, uma redução de cerca de 3% da conta de energia da fábrica, assim, atingindo a meta de redução de energia elétrica para 2008.

Provou-se que o projeto é viável, pois o retorno financeiro do investimento feito se dá em pouco menos de dois meses.

Este projeto piloto foi apresentado a Diretoria da Yamaha Motor da Amazônia e em breve estará sendo implantado em toda fábrica, porém serão necessários mais recursos financeiros, tempo e recursos humanos para a finalização do mesmo.

# ANEXO

Selo da saída auxiliar que habilita todo sistema, caso o sensor de movimento seja acionado



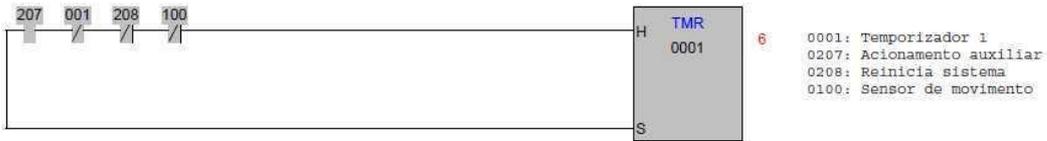
2 0207: Acionamento auxiliar  
0100: Sensor de movimento  
0208: Reinicia sistema

Habilita ou desabilita a saída que aciona do ar-condicionado



4 0180: Acionamento do ar-condicionado  
0207: Acionamento auxiliar

Temporizador que conta 99,99 segundos antes de ser reiniciado. Este é habilitado pelo acionamento do sensor de movimento.



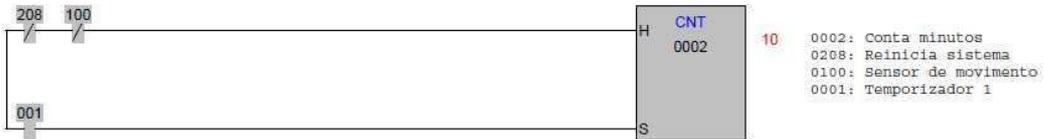
6 0001: Temporizador 1  
0207: Acionamento auxiliar  
0208: Reinicia sistema  
0100: Sensor de movimento

Carrega o valor 12 em hexadecimal para o endereço 400.



8 0400: 30 minutos

Conta a quantidade de vezes que o temporizador 001 atinge seu valor máximo.



10 0002: Conta minutos  
0208: Reinicia sistema  
0100: Sensor de movimento  
0001: Temporizador 1

Compara o valor do endereço 404 com o endereço 400.



12 0404: Contagem de minutos  
0400: 30 minutos

A entrada 0F9 indica que o valor de 404 é igual ao valor de 400. Caso isto ocorra, a saída auxiliar 208 é acionada e reinicia todo sistema.



14 0208: Reinicia sistema  
00F9: ON QUANDO RESULTADO DE "COMPARE" =

## REFERÊNCIAS

- [1] “<http://www.adias.com.br/loja/dicas1.asp>”, acessado em 12 de Dezembro de 2008 às 12:20 horas;
- [2] Manual de instalação do condicionador de ar da Springer.;
- [3] “<http://brunoum.sites.uol.com.br/>”, acessado em 15 de Dezembro de 2008 às 11:30 horas;
- [4] “<http://www.coel.com.br/produtos.asp>”, acessado em 15 de Dezembro de 2008 às 16:20 horas;
- [5] Página da internet “<http://www.cemar.com.br/>”, acessado em 20 de Dezembro de 2008 às 20:00 horas;
- [6] “<http://www.schneider-electric.com.br/telemecanique/>”, acessado em 02 de Janeiro de 2009 às 15:30 horas;
- [7] “[http://www.ideiasparaahabitacao.pt/index.php?view=produto&item\\_id=4](http://www.ideiasparaahabitacao.pt/index.php?view=produto&item_id=4)”, acessado em 04 de Janeiro de 2009 às 12:00 horas;
- [8] “<http://www.taunus.com.br/montatela.php?idioma=br&t=recheiopro&catalogo=1&categoria=4&linha=20&familia=2&accessorio=0>”, acessado em 06 de Janeiro de 2009 às 10:40 horas;
- [9] “[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp)”, acessado em 07 de Fevereiro de 2009 às 20:30 horas;
- [10] “[http://www.gnd.com.br/prod\\_g10t360.php](http://www.gnd.com.br/prod_g10t360.php)”, acessado em 05 de Janeiro de 2009 às 15:00 horas;
- [11] “<http://www.schneider-electric.com.br/atos/>”, acessado em 05 de Janeiro de 2009 às 16:00 horas.