

ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, EM ESTRELA  
CURSO TÉCNICO DE INFORMÁTICA EM REDES DE COMPUTADORES

**SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA PROCESSADORES**

**Pedro Henrique Ballus**

Estrela, junho de 2009

ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, EM ESTRELA  
CURSO TÉCNICO DE INFORMÁTICA EM REDES DE COMPUTADORES

SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA PROCESSADORES

Projeto de Conclusão apresentado ao curso  
Técnico de Informática em redes de  
Computadores, da EEEPE, com a  
finalidade de alcançar o título de  
Técnico de Informática em Redes  
de computadores.

Orientador: Paulo César Albarello

Estrela, junho de 2009

## RESUMO

O processadores e outros dispositivos estão cada vez menores e com uma capacidade de processamento maior, o que acaba gerando uma enorme quantidade de calor nestes dispositivos. Tendo em vista que estes são também dispositivos muito sensíveis este trabalho tem como objetivo proporcionar um resfriamento mais eficaz e seguro, possibilitando que processadores trabalhem em temperaturas mais seguras, possam trabalhar em frequências maiores sem ocorrer danos por superaquecimento, e até mesmo que seja possível desenvolver processadores melhores sem precisar se preocupar tanto com a temperatura que ele irá alcançar.

O sistema desenvolvido utiliza peças de um bebedouro eletrônico. Onde é usado uma placa eletrônica, uma pastilha termoelétrica peltier, um indicador de temperatura digital, um dissipador de calor a mais, e um cooler de maior porte e potência. Foram realizados testes de desempenho, e custo benefício em relação a outros sistemas já existentes.

Para se montar o sistema foi retirado o cooler que vem originalmente sobre o dissipador de calor da máquina, e sobre este dissipador colocou-se a pastilha, em cima desta pastilha colocou-se outro dissipador e outro cooler, que tem como função dissipar o calor gerado pelo lado quente da pastilha, desta forma a pastilha trabalha retirando o calor do dissipador que está em baixo (original da máquina) e o transferindo para o outro lado, onde está o cooler e o outro dissipador eliminando o calor.

## SUMÁRIO

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| LISTA DE IMAGENS.....               | 4  |
| INTRODUÇÃO.....                     | 5  |
| OBJETIVOS GERAIS E ESPECIFICOS..... | 6  |
| Objetivo geral.....                 | 6  |
| Objetivo específico.....            | 6  |
| JUSTIFICATIVA.....                  | 7  |
| 1 A EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES..... | 8  |
| 2 AQUECIMENTO.....                  | 10 |
| 2.1 O super aquecimento.....        | 10 |
| 3 OVERCLOCK.....                    | 12 |
| 4 SISTEMAS DE RESFRIAMENTO.....     | 14 |
| 5 EFEITO PELTIER.....               | 17 |
| 5.1 Pastilha Peltier.....           | 17 |
| 6 SISTEMA DESENVOLVIDO.....         | 19 |
| 7 METODOLOGIA.....                  | 24 |
| 7.1 Cronograma.....                 | 24 |
| 7.2 Custos.....                     | 24 |
| 8 RESULTADOS OBTIDOS.....           | 25 |
| CONCLUSÃO.....                      | 29 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....     | 30 |

## LISTA DE IMAGENS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| IMAGEM 1 - Excesso de pasta térmica.....                      | 10 |
| IMAGEM 2 - Dissipação de ar.....                              | 11 |
| IMAGEM 3 - Resfriamento usado em campeonato.....              | 13 |
| IMAGEM 3 - Resfriamento usado em campeonato.....              | 13 |
| IMAGEM 5 – Cooler.....                                        | 14 |
| IMAGEM 6 – Water cooler.....                                  | 15 |
| IMAGEM 7 - Resfriamento por submersão em óleo.....            | 16 |
| IMAGEM 8 – Resfriamento com nitrogênio líquido.....           | 16 |
| IMAGEM 9 – Efeito Peltier.....                                | 17 |
| IMAGEM 10 – Funcionamento da pastilha Peltier.....            | 18 |
| IMAGEM 11 - Funcionamento da pastilha Peltier.....            | 18 |
| IMAGEM 12 - Funcionamento da pastilha Peltier em cascata..... | 18 |
| IMAGEM 13 - Bebedouro eletrônico .....                        | 19 |
| IMAGEM 14 - Pastilha de Peltier utilizada.....                | 20 |
| IMAGEM 15 – Mostrador de temperatura digital.....             | 20 |
| IMAGEM 16 – Placa controladora eletrônica.....                | 21 |
| IMAGEM 17 – Dissipador de Calor.....                          | 21 |
| IMAGEM 18 – Cooler.....                                       | 22 |
| IMAGEM 19 - Placa controladora eletrônica.....                | 23 |
| IMAGEM 20 – Sistema já montado.....                           | 23 |
| IMAGEM 21 – Sistema já montado.....                           | 23 |

## **INTRODUÇÃO**

O processador requer muita atenção por parte do profissional de TI, pois ele, juntamente com um bom sistema é responsável pelo bom funcionamento da máquina, que pode ser seriamente afetada diante de um super aquecimento por exemplo.

Diante disto se mostra de grande importância manter o processador sempre em uma temperatura tolerável, para não haver danos nem um mau funcionamento do mesmo. Para que isto aconteça e não comprometa a evolução dos processadores é necessário que sejam usados novos métodos e tecnologias para o controle e resfriamento destes processadores.

## **OBJETIVOS GERAIS E ESPECIFICOS**

### **Objetivo Geral**

Este projeto tem como realizar um estudo sobre os métodos e sistemas de resfriamento existentes e após desenvolver um sistema eficiente e seguro para resfriar um processador.

### **Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos deste projeto tem-se:

- Criar um sistema de resfriamento para um processador a partir de um sistema de um refrigerador
- Fazer testes de desempenho e custo benefício da aplicação
- Apresentar os resultados obtidos.

## **JUSTIFICATIVA**

O processadores e outros dispositivos estão cada vez menores e com uma capacidade de processamento maior, o que acaba gerando uma enorme quantidade de calor nestes dispositivos. Tendo em vista que estes são também dispositivos muito sensíveis este trabalho tem como objetivo proporcionar um resfriamento mais eficaz e seguro, possibilitando que processadores trabalhem em temperaturas mais seguras, possam trabalhar em frequências maiores sem ocorrer danos por superaquecimento, e até mesmo que seja possível desenvolver processadores melhores sem precisar se preocupar tanto com a temperatura que ele irá alcançar.

## 1 A EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES

Desde os primeiros processadores até hoje houve muita evolução, pode se dizer que o processador foi o componente que mais evoluiu nos últimos anos.

Inicialmente os processadores conseguiam trabalhar com palavras de apenas 8 bits, com a evolução isto aumentou, para 16, após para 32 e hoje é comum processadores de 64 bits. A tendencia, é que isto aumente ainda mais.

Com a necessidade de se acessar repetidas informações no processador, e para se economizar processamento foi criado a memória *cache*. Que inicialmente foi externa, novamente com a evolução se tornou interno, com um tamanho bem reduzido e uma velocidade muito superior, sendo chamado de *L1*. E um segundo *cache* um pouco mais lento chamado de *L2*, este responsável por armazenar dados gerais da memória.

Outro aspecto notável é que houve a miniaturização dos processadores. Um pentium III por exemplo possui cerca de 22 milhões de transistores, já um pentium 4 possui cerca de 42 milhões, ocupando um espaço muito inferior. É possível ter uma melhor noção analisando o tamanho dos transistores usados em cada um dos modelos de processadores. O pentium III possui transistores com 0.25 microns(unidade de medida dos transistores), o pentium 4 possui transistores de 0.13 microns, praticamente com a metade do tamanho. Em 1965 Gordon Moore, co-fundador da Intel, fez uma lei dizendo que o numero de transistores dos circuitos elétricos de um processador aumentaria no mínimo a cada 18 meses.

Isto pode ser observado na tabela abaixo onde estão listados alguns exemplos:

| Processador | Nº de transistores | Tamanho dos Transistores (em microns) |
|-------------|--------------------|---------------------------------------|
| 8088        | 29000              | 3                                     |
| 486         | 1200000            | 1                                     |
| Pentium MMX | 4300000            | 0.35                                  |
| Pentium III | 9500000            | 0.25                                  |
| Athlon      | 35000000           | 0.18                                  |
| Pentium 4   | 42000000           | 0.13                                  |

Os dois poderosos fabricantes de processadores são a AMD e a INTEL. A INTEL lançou o primeiro processador o 4004, em 1971. Em 1976 INTEL e AMD assinam contrato de cooperação, em que cada empresa poderia utilizar as patentes da outra para desenvolver seu produtos. A AMD entra no mercado em 1991, lançando o AM386, um clone do INTEL 386. Um ano depois é encerrado o acordo entre a Amd e INTEL, tornando se assim fortes concorrentes. A AMD inova em 2003 lançando o ATHLON 64, o primeiro processado 64 bits para o consumidor final, e em 2005 quando lança o ATHLON 64 X2, primeiro processador com mais de um núcleo no mercado.

## 2 AQUECIMENTO

O processador é um dos circuitos mais complexos já projetados até hoje, e por isso geram enormes quantidades de calor. Como já mencionado, os processadores com a evolução estão cada vez mais complexos, com um número cada vez maior de transistores e ao mesmo tempo cada vez menores em tamanho, o que gera cada vez um aumento maior na quantidade de calor gerada pelo sistema. Quanto maior for o Clock(sinal usado para coordenar as ações de dois ou mais circuitos eletrônicos) maior é o calor gerado pelo processador.

### 2.1 O Super aquecimento

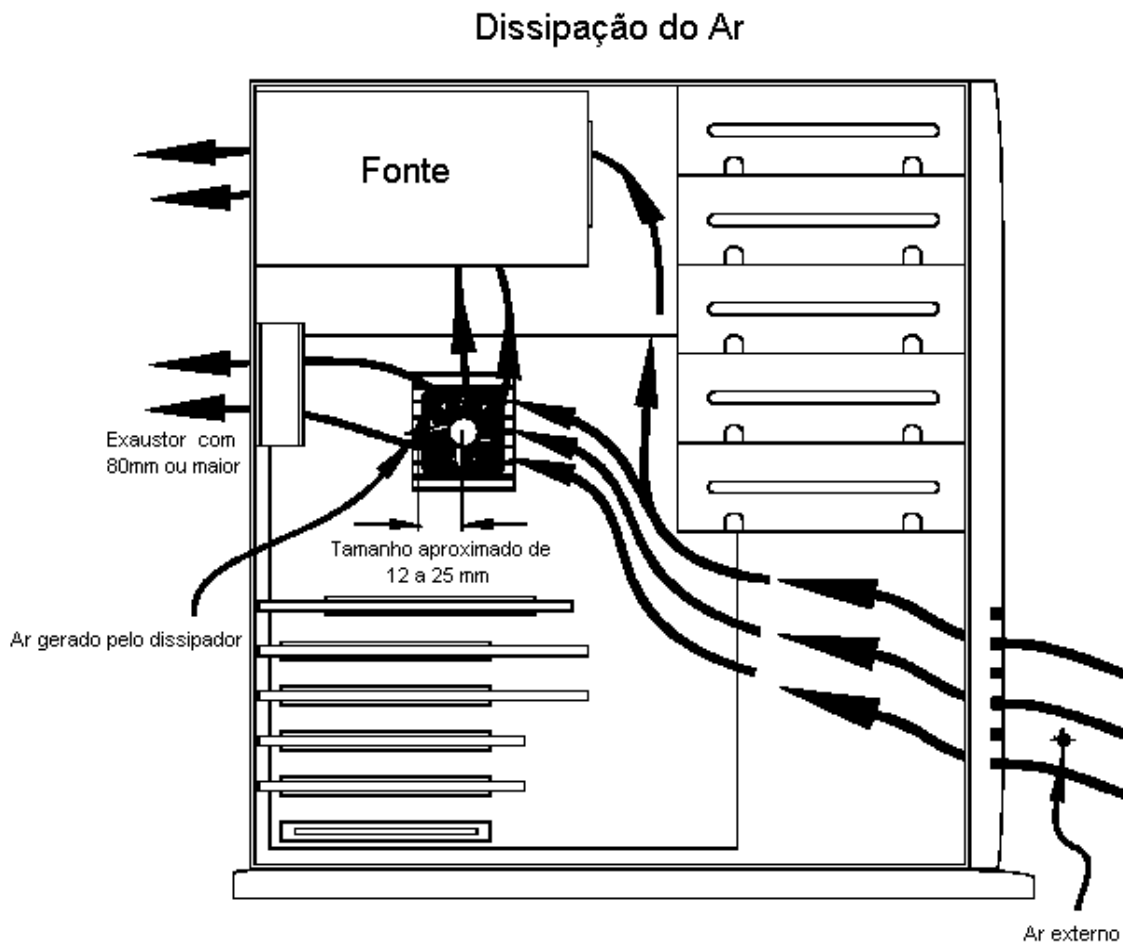
O superaquecimento, é algo comum, mas ao mesmo tempo muito sério, portanto merece uma atenção especial. As causas podem ser muitas, mas entre as mais comuns estão o mal funcionamento ou escolha incorreta do cooler, mau encaixe do dissipador de calor, má utilização ou utilização em excesso de pasta térmica(imagem1) entre o dissipador e o processador, grande número de programas e aplicativos consumindo muito processamento, overclocking, ou até mesmo um gabinete mal refrigerado.



( imagem1)

Os problemas gerados pelo superaquecimento também podem variar muito, desde pequenos erros no processamento, travamento(congelamento) do sistema, até danos irreversíveis ao processador, como a queima por exemplo.

Para evitar este problema é recomendado que não se utilize coolers que trabalhem abaixo da eficiência recomendada para cada processador. É necessário que seja feita a limpeza interna do cooler e do dissipador de calor periodicamente, e que seja feito overlocks apenas se o cooler tiver eficiência o suficiente ou exista outro sistema de resfriamento mais elaborado e utilize se gabinetes bem refrigerados conforme a ilustração abaixo(imagem2).



(imagem 2)

Outro detalhe importante é a organização dos cabos no interior do gabinete, cabos mal organizados podem impedir a circulação de ar e colaborar para um aquecimento anormal.

### 3 OVERCLOCK

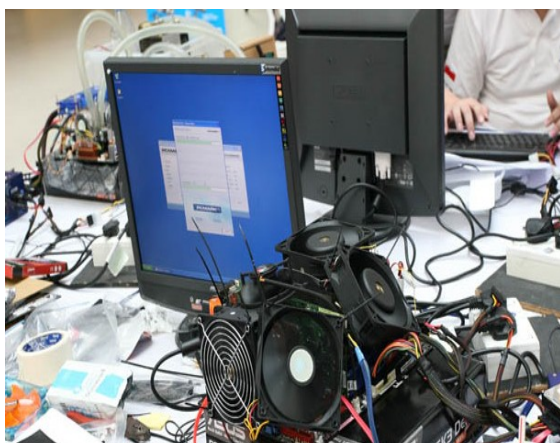
O overclock consiste em fazer com que algum componente trabalhe a uma frequência mais alta do que foi projetado para trabalhar. São na maioria das vezes feitos em processadores, onde por exemplo podemos fazer um processador que trabalhe normalmente a 500 mHz passe a trabalhar a 650. Isto se torna possível pois é a placa mãe que define em que frequência o processador ira trabalhar, mas estes overlocks dependem da velocidade do barramento da placa mãe( velocidade de operação da placa), e do multiplicador de clock, que faz com que a placa mãe e os dispositivos ligados a ela trabalhem a uma velocidade menor que a do processador. Desta forma o processador trabalha em sua velocidade norma, enquanto os demais dispositivos como a memória RAM por exemplo trabalhem na velocidade do barramento. Pode se usar o Pentium 166 como exemplo, que originalmente tem um multiplicador que trabalha a 2.5x e um barramento de 66mhz ( $2.5 \times 66 \approx 166\text{mhz}$ ). Neste caso o processador ira trabalhar a 166mhz e se comunicar com os outros componentes a 66 mHz. Neste caso pode se fazer um overclock de duas maneira, dependendo da placa mãe usada, uma delas é, aumentar o multiplicador de 2.5 para 3 ( $3 \times 66 \approx 200\text{mhz}$ ), outra forma se a placa mãe permitir é aumentar a velocidade do barramento de 66mhz para 83mhz por exemplo ( $2.5 \times 83 \approx 208\text{mhz}$ ), ou para um overclock mais extremo pode se usar as 2 opções ( $3 \times 83 = 249\text{mhz}$ ), forçando assim o processador a trabalhar numa frequência muito superior para a qual foi projetado, mas neste caso é altamente recomendado que se use algum outro sistema para se fazer o resfriamento do processador, pois neste caso o processador chegará a temperaturas muito elevadas, podendo até ocorrer sua queima.

Para os computadores mais modernos existem softwares que fazem o overclock de maneira mais segura, não permitindo que os componentes trabalhem em temperaturas ou voltagens acima do suportado por eles.

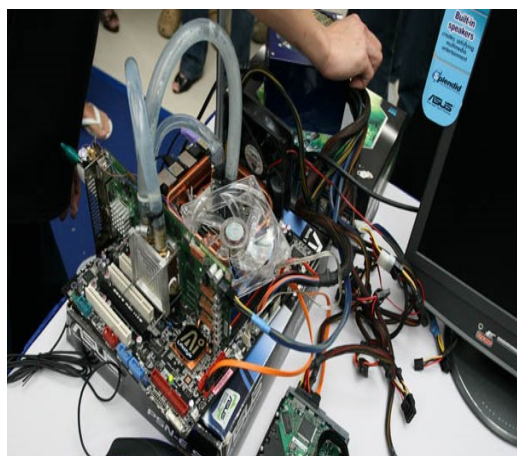
Os riscos desta técnica são altos, como já mencionado, podem causar danos irreversíveis ao hardware se mal feito ou feito por pessoas que não tem conhecimentos suficientes sobre o assunto. As garantias não cobrem os danos feitos pelo uso desta técnica, mas também há vantagens, pode-se economizar na compra de componentes, comprando componentes mais baratos e lentos e com um overclock, se obter o desempenho semelhante ou até superior a um equipamento de maior custo.

Outra vantagem é o aumento na velocidade das tarefas e em jogos, podendo assim aumentar o tempo de uso da máquina sem que seja necessário fazer algum tipo de upgrade para se adequar a softwares e jogos mais recentes e que a cada dia que passam tem seus requisitos mínimos de sistema e hardware aumentados.

Existem hoje, no mundo campeonatos de overclock, onde o recorde mundial permanece por dois anos com uma equipe Italiana, que tem a marca de 8.18mhz, um overclock superior a 150%. Todos desenvolveram um sistema mais eficiente para resfriar o processador e outros periféricos, como pode ser visto nas imagem 3 e 4.



(imagem 3)



(imagem 4)

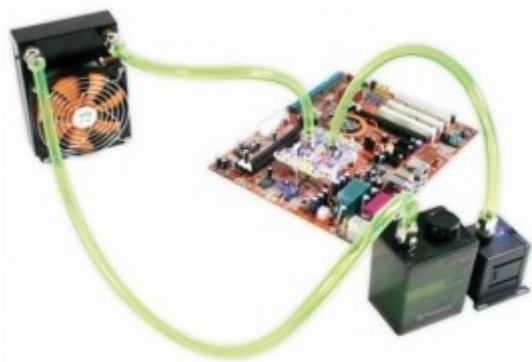
## 4 SISTEMAS DE RESFRIAMENTOS

Existem vários métodos para se resfriar um processador, e ou outro periférico. O tradicional, com o qual todos estamos acostumados é baseado na utilização de coolers e dissipadores de calor(imagem 5), onde o calor gerado pelo processador é dissipado pelo dissipador, e este por sua vez é resfriado pelo vento gerado pelo cooler.



(imagem 5)

Um sistema novo já criado para quem deseja um resfriamento mais eficaz é o water cooler(imagem 6), este sistema segue a mesma idéia de um radiador de um carro, onde a água passa por canaletas até chegar a um pequeno dissipador que se encontra sobre o processador, este processo faz com que o dissipador perca calor para a água, que após retorna por outras canaletas até um radiador, onde ela é resfriada, para seguir novamente até o dissipador



(imagem 6)

Outros sistemas não tão comuns também são usados para manter o processador e componentes em baixas temperaturas, como a submersão da placa mãe em óleo mineral (imagem 7), que por não conduzir energia se torna um ótimo meio para dissipar o calor gerado pelo processador, chipset, placa de vídeo e memória. Em competições onde são feitos overcloks extremos pode ser visto o uso de nitrogênio líquido em tubos metálicos sobre o processador(imagem 8). Este processo é altamente perigoso se não forem bem isolados, pois as temperaturas são muito a baixo de zero graus Celsius, podendo assim haver danos no hardware caso haja a criação de umidade ou vazamentos por exemplo.



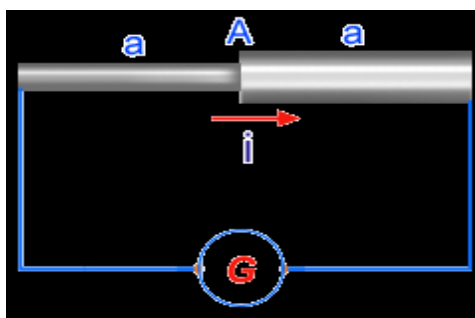
(imagem 7)



(imagem 8)

## 5 EFEITO PELTIER

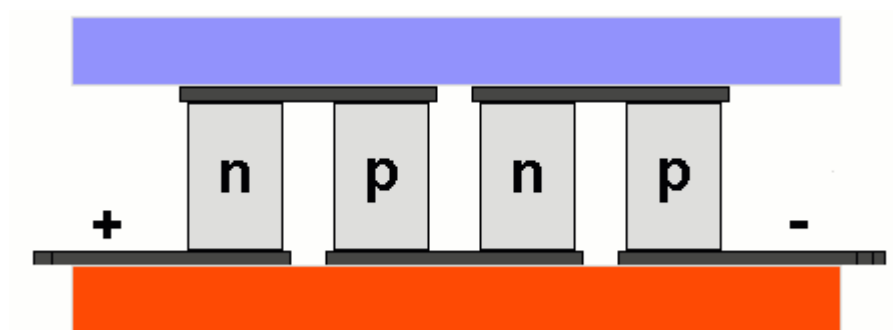
O efeito Peltier foi descoberto em 1834 por Jean Charles Athanase Peltier, que consiste na junção de dois condutores feitos de materiais diferentes submetidos a uma corrente elétrica, como mostra a imagem 9, onde pode ser vista esta junção, e ao a corrente elétrica percorrer estes materiais é gerada uma diferença de temperaturas, no caso da imagem pode haver aquecimento ou resfriamento, dependendo dos materiais usados e do sentido da corrente elétrica.



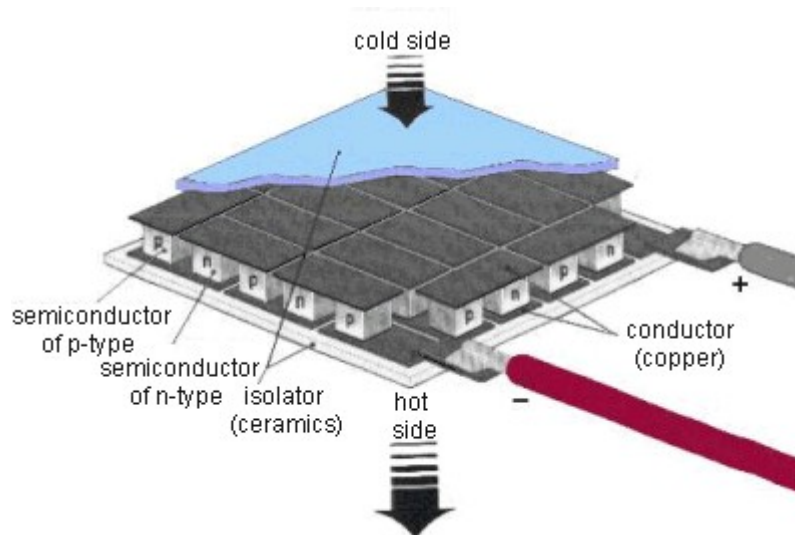
(imagem 9)

### 5.1 A pastilha Peltier

A pastilha Peltier nada mais é do que uma pastilha que quando ligada a eletricidade produz o efeito peltier, onde um lado irá esfriar e o outro esquentar devido a passagem de eletricidade nos 2 diferentes condutores que compõem a pastilha, como mostrado as imagem 10 e 11. Onde “n” é um tipo de condutor e “p” é outro, e ao passa energia elétrica por eles, o lado superior tende a esfriar e o inferior a esquentar, havendo uma grande diferença entre a temperatura dos dois lados. Que pode chegar a 60° célsius, ou seja, se o lado quente estiver a 70° Celsius o lado frio pode estar a 10° Celsius, mas essa diferença depende da potência da pastilha utilizada.

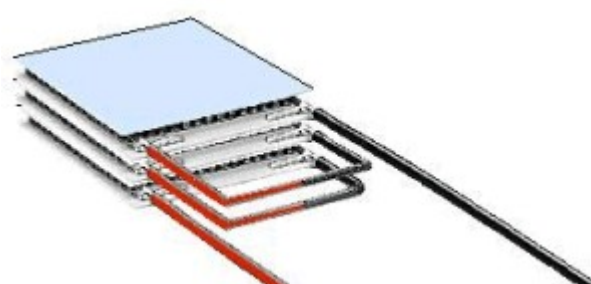


(imagem 10)



(imagem 11)

A temperatura do lado frio depende da temperatura do lado quente, como a variação é fixa, quanto mais baixa for mantida a temperatura do lado quente, mais baixa será a temperatura do lado frio. Para se conseguir temperaturas cada vez mais baixas pode-se ligar pastilhas em cascata (imagem 12), assim o lado quente da primeira pastilha fica mais frio, e conseqüentemente, o lado frio mais frio ainda.



(imagem 12)

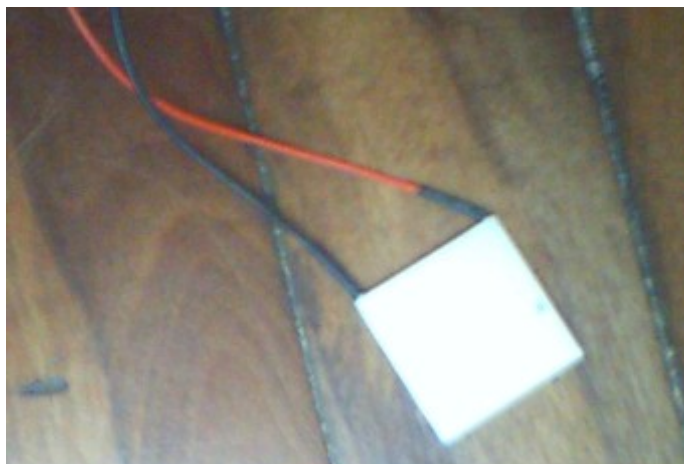
## 6 SISTEMA DESENVOLVIDO

O sistema de resfriamento desenvolvido baseia-se no efeito peltier, onde foram usadas peças de um bebedouro eletrônico como o da imagem 13.



(imagem13)

As peças foram a pastilha de peltier(imagem 14) , mostrador de temperatura digital(imagem 15), placa eletrônica(imagem 16), dissipador de calor.(imagem 17) e cooler (imagem 18)



(imagem 14)



(imagem 15)



(imagem 16)



(imagem 17)

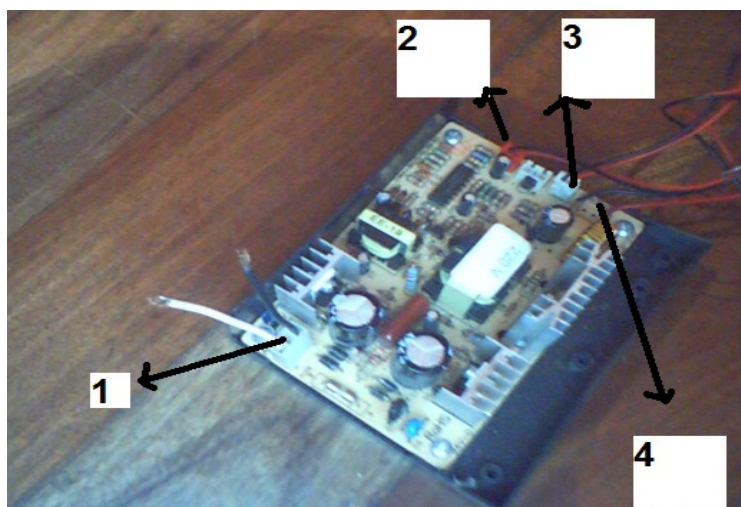


(imagem 18)

Para montar o sistema foi retirado o cooler que vem originalmente sobre o dissipador de calor da máquina, e sobre este dissipador colocou se a pastilha, em cima desta pastilha colocou se outro dissipador e outro cooler, que tem como função dissipar o calor gerado pelo lado quente da pastilha, desta forma a pastilha trabalha retirando o calor do dissipador que está embaixo(original da máquina) e o transeferindo para o outro lado, onde esta o cooler e o outro dissipador eliminado o calor.

Na imagem 19, estão marcados os pontos onde os componentes devem se ligados a placa.

- 1 Plug de energia elétrica, onde é ligado a um cabo maior e diretamente na tomada 220 V
- 2 Plug para termostato
- 3 Plug para cooler
- 4 Local onde é ligado a pastilha de peltier



(imagem 19)

Abaixo pode ser visto como fica o sistema depois de montado:



(imagem 20)



(imagem 21)

## 7 METODOLOGIA

Esta pesquisa teve como etapas o estudo sobre os processadores e sua evolução, o aquecimento, o overclock e os sistemas de resfriamento já existentes. Por fim foi desenvolvido um sistema a partir de peças de um bebedouro eletrônico, que foi implantado em um computador e realizados testes de eficiência e custo benefício.

### 7.1 Cronograma

| Mês                        | Dezembro | Janeiro  | Fevereiro | Março    | Abril    | Maio     | Junho    | Julho    |
|----------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Entrega da Proposta        | <b>X</b> |          |           |          |          |          |          |          |
| Pesquisa                   | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |          |
| Entrega do pré projeto     |          |          |           | <b>X</b> |          |          |          |          |
| Seminário de andamento     |          |          |           |          |          | <b>X</b> |          |          |
| Entrega do Relatório Final |          |          |           |          |          |          | <b>X</b> |          |
| Bancas                     |          |          |           |          |          |          |          | <b>X</b> |

### 7.2 Custos

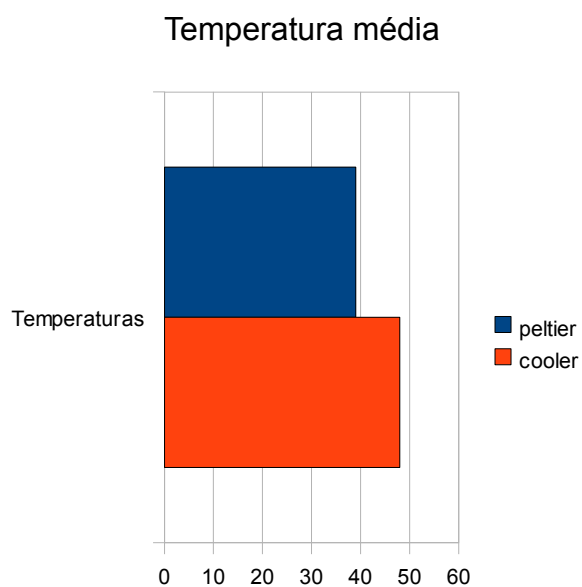
O valor total gasto no projeto foi de 210 Reais. A placa com a pastilha teve um custo de 150 reais, a troca da pastilha após sua queima teve custo de 45 Reais e o Indicador digital de 15 Reais.

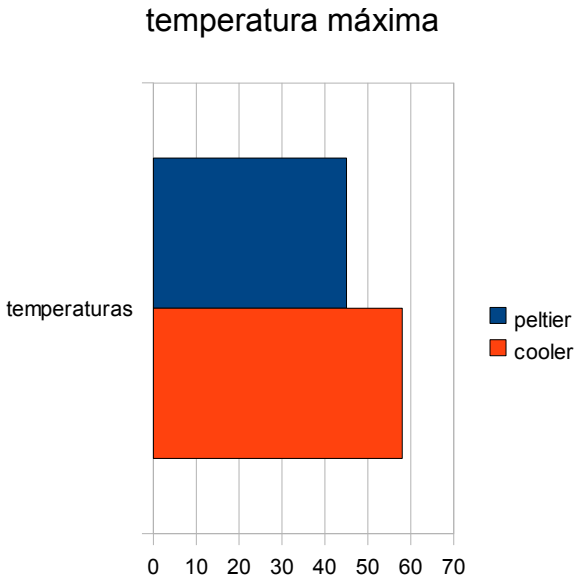
## 8 Resultados Obtidos

Processador Utilizado: SEMPRON 3000+, 1.80MhZ

Definição de tarefas comuns: Copiar e transferir arquivos em uma rede local, executar áudio e vídeo, navegar na internet, editar textos e jogar pequenos jogos (exemplo age1).

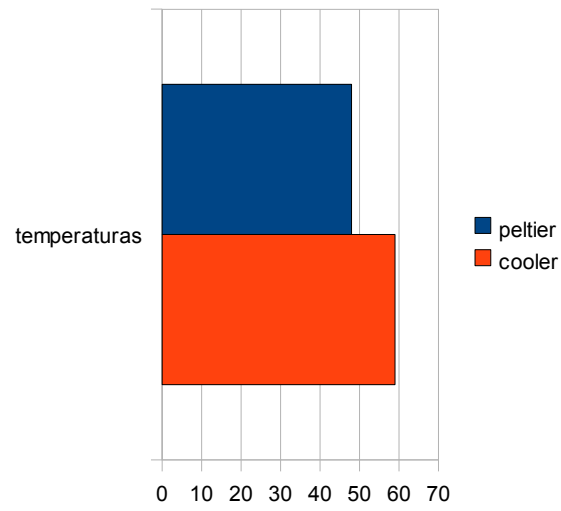
Resultados de testes de desempenho com pastilha de 90W em tarefas comuns sem  
overclock



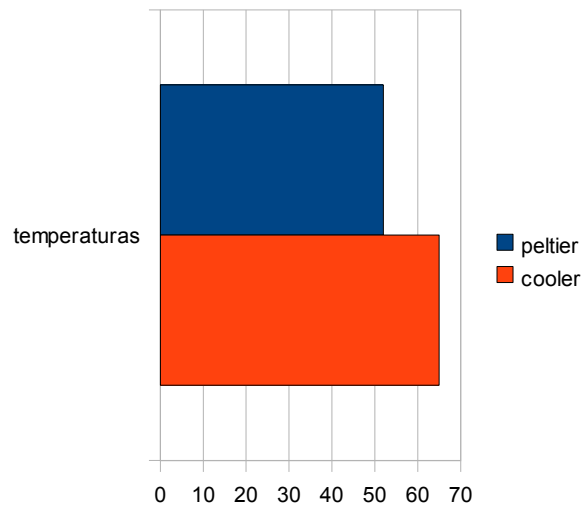


Temperatura com overclock de 200MhZ (2.0Mhz)

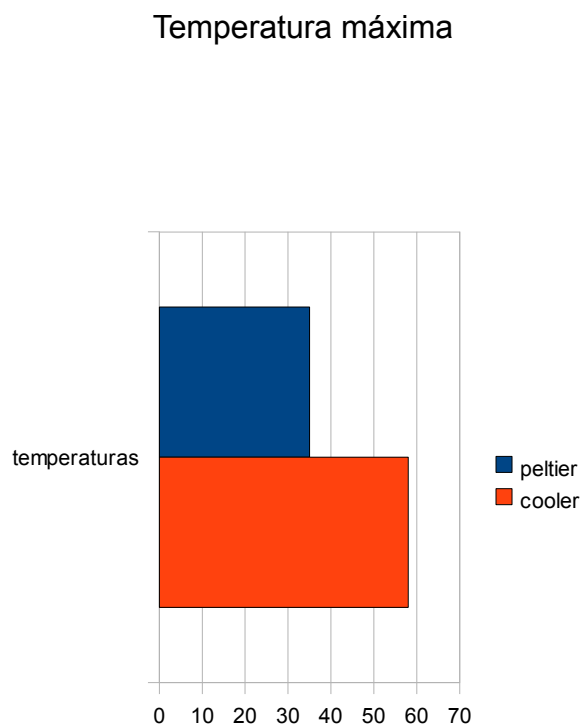
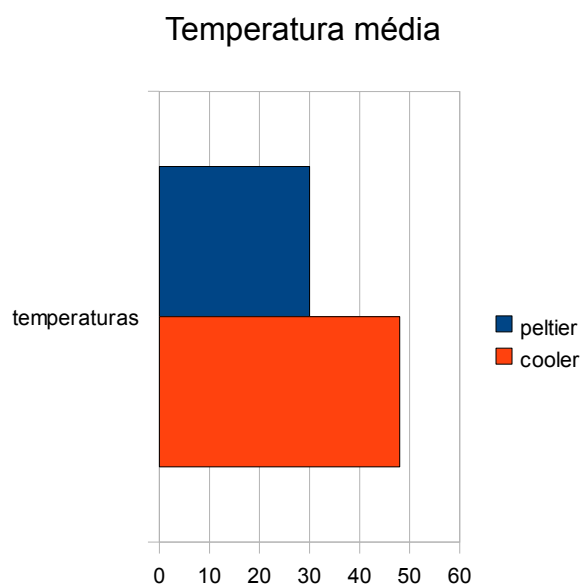
Temperatura média



### Temperatura máxima



Resultados com pastilha de 136W em tarefas comuns sem overclock



Foi realizado apenas este teste com a pastilha de 136W, pois houve a queima desta pastilha após estes testes, o motivo provável para a queima foi a quantidade insuficiente de pasta térmica.

## CONCLUSÃO

Pelo motivo do processador ser tão sensível a superaquecimentos e ao mesmo tempo gerar uma grande quantidade de calor, usar um sistema como o implantado pode ser aconselhável. No caso de um processador que esquite mais, ou para um overclock em que se exija mais do processador, para aumentar o desempenho de jogos por exemplo, recomenda-se uma pastilha de maior potência, como a de 136Watts, porém deve-se tomar um cuidado maior e usar mais pasta térmica, para evitar contratempos como o que aconteceu durante os primeiros testes.

O sistema tem resultados aceitáveis, é cerca de 25% mais eficiente para pastilhas de média potência que o sistema a partir de coolers, comumente usado. Já utilizando pastilhas de alta potência o sistema é cerca de 35% mais eficiente, dependendo muito do processador e do overclock feito. Caso se use uma pastilha mais potente, ou mais de uma em cascata, é aconselhável o uso de um termostato ao invés de um simples mostrador de temperatura. No sistema desenvolvido foi usado um mostrador pois a temperatura não chegou a ser baixa o suficiente para ser necessário o desligamento do sistema, portanto um termostato seria um gasto desnecessário.

O gasto de energia é consideravelmente maior que usando apenas o sistema com cooler, mas é muito menor que o gasto de um water cooler, onde é necessário muita energia para bombear água pelas canaletas e para resfriar a água no radiador. Portanto a aplicação criada tem um custo benefício bom em relação às outras aplicações já existentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORIMOTO, Carlos. 2001. Evolução dos Processadores. Disponível em:  
<<http://www.guiadohardware.net/artigos/evolucao-processadores/>>. acesso em 06/05/2009

Tutorial Básico sobre overlocks. Disponível em:  
<<http://www.guiadohardware.net/overclock/basico/>> . Acesso em 12/05/2009

Dispositivos de Peltier. Disponível em :  
<[http://www.mspc.eng.br/eletrn/peltier\\_110.shtml](http://www.mspc.eng.br/eletrn/peltier_110.shtml)>. Acesso em 20/05/2009

Efeito peltier. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_Peltier](http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_Peltier)>. Acesso em 20/05/2009

Gigabyte Open Overclocking Championship 2009. Disponível em:  
<<http://paineldohardware.com/blog/?p=1474>>. Acesso em 10/06/2009

TORRES, Gabriel. 2003. Water cooler. Disponível em:  
<<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/753>>. Acesso em 16/06/2009