

**Pedro Prates Mariano Sant'Anna de
Oliveira**

FATEC ASSIS
pedro.oliveira49@fatec.sp.gov.br

Claudio Fazano Guazeli Junior

FATEC ASSIS
claudio.guazeli@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O texto discute os métodos de arrefecimento de processadores, como "Air cooler", "Watercooler", "Nitrogênio" e "Imersão em óleo mineral". Destaca-se a importância de escolher um sistema apropriado para evitar o superaquecimento do processador, que pode levar a travamentos frequentes e reduzir sua vida útil. O objetivo da pesquisa é comparar os sistemas "air cooler" e "watercooler", analisando suas diferenças, benefícios e situações recomendadas, bem como avaliar o custo-benefício desses equipamentos. O texto também menciona a importância de utilizar uma pasta térmica de qualidade e garantir um gabinete bem ventilado para um resfriamento eficiente. O estudo realiza comparações entre os sistemas por meio de testes de estresse do processador (Benchmark) e considera o uso cotidiano, como jogos eletrônicos. A escolha adequada do sistema de arrefecimento é essencial para assegurar o bom funcionamento do processador e prolongar sua vida útil, especialmente em situações de alta demanda, como renderização de vídeos e aprendizado de máquina de longa duração.

Palavras-chave: Processador. *Air cooler. water cooler.* arrefecimento.

ABSTRACT

The text discusses methods of cooling processors, such as "Air cooler," "Watercooler," "Nitrogen," and "Mineral oil immersion." It emphasizes the importance of choosing an appropriate system to prevent processor overheating, which can lead to frequent crashes and reduce its lifespan. The research aims to compare the "air cooler" and "watercooler" systems, analyzing their differences, benefits, recommended situations, and assessing the cost-effectiveness of these equipment. The text also highlights the significance of using high-quality thermal paste and ensuring a well-ventilated casing for efficient cooling. The study compares the systems through processor stress tests (Benchmark) and considers everyday usage, such as gaming. Selecting the appropriate cooling system is crucial to ensure the proper functioning of the processor and extend its lifespan, particularly in high-demand scenarios like video rendering and long-duration machine learning tasks.

Keywords: Processor. *Air cooler. water cooler.* cooling

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais existem diferentes métodos de arrefecimento de um processador, dentre eles: “*Air cooler*”, “*Watercooler*”, “Nitrogênio” e “Imersão em óleo mineral”. Pode-se encontrar casos onde o processador será utilizado em altas cargas para renderização de vídeos, aprendizado de máquina que duram horas ou até mesmo dias, segundo o autor “[...] Isso pode fazer o processador trabalhar a uma temperatura muito superior aos limites dele, fazendo-o travar constantemente e inviabilizando seu uso”(ANTÔNIO, 2009)

Por isso a importância da escolha de um bom sistema de arrefecimento é necessária para manter as temperaturas do processador em níveis aceitáveis, fazendo com que a vida útil do componente seja prolongada.

A presente pesquisa, de cunho acadêmico e social, aborda os sistemas de arrefecimento do processador *air cooler* e *watercooler* e suas diferenças, quais os benefícios que o sistema de arrefecimento líquido pode trazer e em quais situações ele é recomendado além do custo benefício do equipamento.

Neste trabalho será abordado, de forma geral, a comparação entre os sistemas citados por meio de análise comparativa dos sistemas de arrefecimento utilizando testes de estresse do processador (*Benchmark*¹) e uso mais casual como jogos eletrônicos. Outros pontos a serem levantados no trabalho é a utilização de uma pasta térmica de boa qualidade e um gabinete adequado e bem ventilado, que podem alterar significativamente o resfriamento do processador.

Analisar, de modo comparativo, o melhor método de arrefecimento do processador devido à alta temperatura dos processadores modernos.

- Comparar a eficiência dos sistemas de arrefecimento;
- Analisar, por meio de testes de estresse, o comportamento dos sistemas de arrefecimento;
- Obter resultados sobre o aquecimento do processador em graus celsius, com uso dos testes de estresse (*Benchmark*);
- Analisar os componentes dos sistemas de arrefecimento;

O presente trabalho justifica-se pela busca do melhor método de arrefecimento do processador em um sistema computacional com *hardware* atual. Através dos métodos de arrefecimento pode-se obter temperaturas mais baixas e melhor desempenho do processador. Comparar os dois sistemas de arrefecimento *air cooler* e *water cooler* tendo como objetivo, com desta análise comparativa, o melhor método de arrefecimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O processador é uma parte fundamental que compõe o computador, também é a unidade de processamento do computador (CPU), que executa e lê instruções. Segundo (LOPES, Fernando Minamissawa Fernandes; SANTOS JÚNIOR, Marcos Alves dos. 2019) “O processador e a memória são elementos fundamentais da arquitetura de Von Neumann, que é considerado o primeiro computador com programa armazenado e ainda é a base da maioria dos computadores digitais.” Um computador é uma máquina digital que armazena dados e programas em uma mesma memória e tem a capacidade de executar esses programas. O processador é a unidade central de processamento (CPU) que lê e executa instruções a partir de um endereço de memória e é um componente fundamental do sistema computacional que armazena informações de leitura e escrita, que podem ser dados ou instruções, e escreve o resultado da execução.

Os processadores têm um conjunto de instruções, e cada instrução geralmente tem um determinado tempo de execução, marcado por ciclos de *clock*. O *clock* é uma parte essencial do processador e as operações dentro de um microprocessador são controladas como se fossem um sinal de relógio. Quando os componentes de um computador são forçados a funcionar numa frequência acima da estipulada pelo fabricante, ocorre o chamado *overclocking*, o que pode resultar em superaquecimento do processador, acarretando danos ao hardware e instabilidade no sistema.

Algumas pessoas realizam o *overclocking* para aumentar o desempenho do hardware em aplicações que exigem maior poder computacional, como processamento gráfico, inteligência artificial e computação científica, outro fator que ocasiona o aquecimento dos processadores é o *thermal design power* (TDP) que é a quantidade de energia que o processador pode receber. Em processadores modernos para realizar a extração de uma maior performance é aumentado o TDP chegando em alguns processadores em até 253 Whats.

No entanto, a temperatura do processador aumenta e isso pode resultar em perda de desempenho, pois os processadores modernos possuem mecanismos de segurança que podem diminuir o *clock* do processador e impedem o seu funcionamento acima de certa temperatura. É, portanto, essencial utilizar mecanismos de resfriamento para que os processadores possam operar em frequências mais altas com temperaturas mais baixas.

Os sistemas de resfriamento a ar que acompanham os processadores nem sempre são suficientes para evitar o superaquecimento, e essa é uma questão muito estudada no campo do processamento. Procurar uma solução melhor para obter um melhor desempenho com menor perda de energia não é uma tarefa simples.

Os sistemas de arrefecimento a ar que normalmente acompanham os processadores são fabricados com cobre ou alumínio e uma *fan* para dissipação do calor. Apenas uma fan com alta rotação não garante um bom resfriamento, o material do qual é feito o *air cooler* que está em contato com o processador é de suma importância. E mesmo possuindo um bom material de dissipação ele não possui a eficiência necessária para dissipar o calor e resfriar o processador em momentos de alta performance, como computação científica, *machine learning*, jogos eletrônicos.

Figura 1 - Air Cooler



Fonte: TerabyteShop (2023).

Uma solução para esses processadores de alta performance é o *water cooler*, diferente do *air cooler* a troca de calor é feita utilizando um líquido refrigerante que fica dentro da bomba integrada que possui uma base de cobre sobre o processador que retira rapidamente o calor e é transportado até o radiador pela força de uma bomba integrada, onde no radiador passará por diversas aletas, enquanto os *fans* fazem o resfriamento do líquido.

O *water cooler* é composto por, bomba integrada, dissipador, radiador e mangueiras.

Figura 2 - Water Coller Lian Li Galahad



Fonte: TerabyteShop (2023).

3 METODOLOGIA

Para a realização da análise comparativa entre métodos de arrefecimento do processador foram utilizados os seguintes itens:

Hardware:

- Processador de alto desempenho AMD Ryzen 7 5800X3D, Socket AM4, 4.5GHz, 8 núcleos, 16 Threads e 96MB Cache L3;
- Sistema de resfriamento a ar, *air cooler* DeepCool AK400, modelo torre com uma fan 120mm de 1850 RPM e com 66,47 CFM;
- Sistema de resfriamento líquido *water cooler* Lian Li Galahad 360mm, contendo 3 fans de 120mm de 1900RPM cada, com 58,54CFM, radiador 360mm e bomba do watercooler a 3200RPM;
- Placa de vídeo Gigabyte GEFORCE RTX 3060 12GB PCI-Express;
- Placa mãe Asus TUF GAMING B550M-Plus;
- 16GB Memória RAM XPG Spectrix D50, 3600MHz, CL18 (dois módulos de 8GB em Dual Channel);
- Unidade de armazenamento SSD NVME M.2 1TB, 3500 MB/s de leitura, 2100 MB/s de gravação;
- Pasta térmica de alto desempenho SNOWDOG Husky 12,8 w/m.k;
- Fonte Super Flower LEGION HX 750watts, 80 Plus Gold, PFC ativo.

Softwares:

- Sistema operacional Windows 10 22H2;
- AIDA64;
- CORE TEMP;
- MSI AFTERBURNER;
- RIVATUNER;
- CPU Z;
- CINEBENCH R23;
- ARMORY CRATE;
- L-CONNECT 3

Jogos:

- Grand Theft Auto V;

- Red Dead Redemption 2;
- Death Stranding;

Testes:

- Os testes foram realizados nos softwares que tiveram duração de 10 minutos cada, trazendo uma melhor precisão nos resultados obtidos.
- Em jogos eletrônicos os testes tiveram duração de 15 minutos para o total carregamento dos gráficos e áreas dos mapas.

4 TESTES PRÁTICOS UTILIZANDO OS SISTEMAS DE ARREFECIMENTO AIR COOLER E WATER COOLER

Testes sintéticos:

Cinebench R23 *air cooler*: Foi utilizado o modo multi core com duração de 10 minutos, o fan do *air cooler* estava em rotação máxima a 1900RPM, notou se que nos primeiros 30 segundos de teste o processador já atingiu sua temperatura máxima de operação de 90° centígrados. Verificou-se travamentos no computador para realizar operações simples como abrir uma pasta de arquivos ou navegar na internet.

Cinebench R23 *water cooler*: Foi também utilizado os mesmos parâmetros com modo multi core com duração de 10 minutos, a temperatura durante os primeiros 30 segundos foi subindo de forma progressiva diferentemente do teste anterior utilizando arrefecimento a ar onde as temperaturas se elevaram rapidamente de forma brusca. A temperatura se estabilizou em 72° centígrados com pico de 74° centígrados, assim obtendo se uma diferença em torno de 18° centígrados em relação ao teste com arrefecimento a ar, o que representa 25% de eficácia com relação ao outro sistema.

CPU Z *air cooler*: O teste teve duração de 15 minutos, onde a temperatura ficou estável em 76° centígrados. Onde esta temperatura já é considerada elevada e em longos períodos de utilização pode acarretar em um encurtamento da vida útil do processador.

CPU Z *water cooler*: Teste também com duração de 15 minutos, a temperatura se manteve em 65° centígrados, uma diferença de 11° centígrados em relação ao sistema de arrefecimento a ar.

AIDA 64 *air cooler*: O teste teve duração de 10 minutos e a temperatura se elevou de forma rápida e não progressiva para 91° Centígrados onde ultrapassou o limite de temperatura estabelecido pelo fabricante de 90° Centígrados.

AIDA 64 *water cooler*: Também com duração de 10 minutos, a temperatura se elevou de forma progressiva até se estabilizar em 80° Centígrados, abaixo do limite de temperatura estabelecido pelo fabricante.

Teste em jogos eletrônicos:

Grand Theft Auto V *air cooler*: O teste nos jogos duraram 15 minutos, onde no decorrer do jogo pode-se observar uma elevação rápida da temperatura onde a mesma se entre 75°C centígrados e 80°C centígrados dependendo da localidade do mapa do jogo e na quantidade de objetos renderizados que influencia na temperatura devido a quantidade maior de objetos renderizados na tela.

Grand Theft Auto V *water cooler*: Com refrigeração líquida pode-se observar que houve um aumento linear da temperatura e em diferentes localidades do mapa independente da quantidade de objetos renderizados a temperatura se manteve em 56°C centígrados, mostrando uma maior eficiência na redução da temperatura.

Red Dead Redemption 2 *air cooler*: No teste deste jogo a temperatura se manteve em 75°C centígrados, temperatura que já se mostra elevada.

Red Dead Redemption 2 *water cooler*: No teste com arrefecimento líquido a temperatura se manteve entre 50°C centígrados e 58°C centígrados, dependendo da localidade do mapa e da quantidade de objetos renderizados. Mostrou-se mais eficiente que o arrefecimento a ar, com temperaturas mais baixas e com diferença de 19,44%.

Death Stranding *air cooler*: No teste de arrefecimento a ar, a temperatura atingiu 75°C centígrados em poucos segundos, a temperatura elevada e que se mantido por longos períodos de tempo, a longo prazo pode causar danos ao processador.

Death Stranding *water cooler*: Utilizando arrefecimento líquido a temperatura se manteve constante em 58°C centígrados, temperatura mais amena. Pode-se notar também uma elevação constante e menos abrupta da temperatura.

Figura 3 - Grand Theft Auto V (teste com *air cooler*)



Fonte: Autor.

Figura 4 - Grand Theft Auto V (teste com *water cooler*)



Fonte: Autor.

Abaixo apresenta-se um gráfico com diferença em porcentagem entre as temperaturas inicial e final de cada sistema de arrefecimento *air cooler* e *water cooler*, e apresenta-se

também a comparação em porcentagem da diferença entre os dois sistemas de arrefecimento a ar e líquido.

Gráfico 1- Comparação Entre os Testes Sintéticos e em Jogos

TESTES	AIR COOLER TEMPERATURA INICIAL	AIR COOLER TEMPERATURA FINAL	DIFERENÇA INICIAL E FINAL DO AIR COOLER	WATER COOLER TEMPERATURA INICIAL	WATER COOLER TEMPERATURA FINAL	DIFERENÇA INICIAL E FINAL DO WATER COOLER	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA ENTRE OS SISTEMAS DE ARREFECIMENTO
CINEBENCH R23	43°C	90°C	52,22%	33°C	72°C	54,17%	20%
CPU Z	42°C	76°C	44,74%	40°C	69°C	42,03%	9,21%
AIDA 64	42°C	92°C	54,35%	35°C	80°C	56,25%	13,04%
GTA V	44°	80°C	45%	38°C	57°C	33,33%	28,75%
RDR 2	42°	72°C	41,67%	41°C	58°C	29,31%	19,44%
Death Stranding	45°	72°C	37,5%	39°C	58°C	32,76%	19,44%

Fonte: Autor

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o melhor método de arrefecimento para o processador é a utilização do arrefecimento líquido *wather cooler*, devido a sua alta capacidade de resfriamento e dissipação de calor do processador. Nos testes práticos mostrou-se superior em até 28,75% em resfriamento em comparação ao arrefecimento a ar.

Contudo o arrefecimento líquido se mostra com um custo mais elevado para aquisição do equipamento enquanto o *air cooler* demonstra um melhor custo benefício.

Assim, esta pesquisa pretende mostrar-se como um trabalho que contribua tanto para o âmbito de uso profissional de computadores e para uso comum e de entusiastas da tecnologia.

Desta forma, a continuidade dessa pesquisa pode-se realizar um aprofundamento em outras questões que influenciam no arrefecimento do computador como, temperatura ambiente, ventilação do gabinete, pasta térmica de alta condutividade, fans com alto RPM, assim proporcionando uma melhor temperatura e prolongando a vida útil do processador.

5 REFERÊNCIAS

ANTÔNIO, João. Informática para Concursos- 4.ed.- Elsevier: Rio de Janeiro. 2009.

DA SILVA ALVES, Luís Miguel. Sistemas de refrigeração para computador pessoal. 2016. Tese de Doutorado. Universidade do Porto (Portugal).

LOPES, Fernando Minamissawa Fernandes; SANTOS JÚNIOR, Marcos Alves dos. Análise comparativa dos sistemas de refrigeração air cooling e water cooling. 2019.

OKUMURA, Cássio Santos Okl; SANTOS, Felipe Feliz; PEREIRA JR, Ricardo Alves. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO TERMOELÉTRICA DE PELTIER USADO PARA ARREFECER O PROCESSADOR DE COMPUTADOR. 2018.

“Processador de jogos AMD Ryzen™ 7 5800X3D” AMD 2023. Disponível em: <https://www.amd.com/pt/products/cpu/amd-ryzen-7-5800x3d>. Acessado em 16 de Abril de 2023.

“Refrigeração de processadores” Disponível em:

<https://www.clubedohardware.com.br/analises/refrigeracao/>. Acessado em 28 de Outubro de 2023.

“ Funcionamento do Water Cooler” Disponível em:

https://www.clubedohardware.com.br/search/?q=water%20cooler&quick=1&type=cms_records2. Acessado em 28 de Outubro de 2023.