# DOCUMENTO - Computação verde e sustentável (Green tech)

Integrantes:

Carlos Henrique de Godoy Santos

Guilherme Lanzoni Teixeira

Natália Souza Carvalho

Stephany Andreina de Carvalho da Silva

## **1. Introdução e Conceito**

A Computação Verde e Sustentável, também conhecida como **Green Tech**, refere-se ao uso eficiente de tecnologias para minimizar o impacto ambiental, reduzir o consumo de energia e promover práticas sustentáveis no setor de tecnologia. Isso envolve desde o design de hardware e software até a gestão do ciclo de vida dos dispositivos eletrônicos, buscando soluções que diminuam a pegada de carbono e o desperdício eletrônico.

**Importância da Tecnologia Sustentável na Redução do Impacto Ambiental**

O crescimento acelerado da tecnologia trouxe benefícios inegáveis para a sociedade, mas também gerou desafios ambientais significativos. Data centers, por exemplo, consomem grandes quantidades de eletricidade e geram calor excessivo, exigindo soluções eficientes para resfriamento. Além disso, a produção e o descarte inadequado de dispositivos eletrônicos contribuem para a poluição ambiental e o esgotamento de recursos naturais.

A Computação Verde propõe alternativas como o uso de **energias renováveis**, **servidores eficientes**, **virtualização de recursos** e **design sustentável de hardware**, reduzindo o consumo energético e o desperdício. Além disso, práticas como a economia circular — que incentiva a reciclagem e o reaproveitamento de componentes — ajudam a mitigar os danos ao meio ambiente.

**Principais Desafios e Benefícios da Adoção de Tecnologias Sustentáveis**

**Desafios**

1. **Alto custo inicial**: Tecnologias sustentáveis muitas vezes exigem investimentos iniciais elevados, como a implementação de servidores de baixo consumo ou a migração para fontes de energia renovável.
2. **Resistência à mudança**: Empresas e consumidores podem hesitar em adotar novas práticas devido à falta de conhecimento ou ao receio de comprometer a eficiência operacional.
3. **Ciclo de vida dos equipamentos**: Muitos dispositivos ainda são projetados para uma vida útil curta, dificultando a adoção de práticas sustentáveis.
4. **Consumo energético crescente**: Com o avanço da computação em nuvem e da inteligência artificial, a demanda por infraestrutura tecnológica cresce, exigindo soluções mais eficientes.

**Benefícios**

1. **Redução do consumo de energia**: Tecnologias verdes promovem o uso mais eficiente da eletricidade, reduzindo custos operacionais.
2. **Menor impacto ambiental**: Adoção de práticas como reciclagem de eletrônicos e uso de materiais sustentáveis diminui a poluição e o desperdício.
3. **Maior conformidade com regulamentações**: Muitas empresas precisam atender a normas ambientais, e a Computação Verde ajuda no cumprimento dessas exigências.
4. **Imagem corporativa e competitividade**: Empresas que adotam tecnologias sustentáveis ganham credibilidade e atraem consumidores preocupados com a sustentabilidade.

## **2. Arquiteturas Otimizadas e Fotônica de Silício**

**Como arquiteturas otimizadas reduzem o consumo de energia**

A eficiência energética em arquiteturas computacionais depende da forma como hardware e software são projetados para minimizar desperdícios. Arquiteturas otimizadas utilizam técnicas como processamento paralelo, caches eficientes, gerenciamento dinâmico de energia e circuitos de baixa potência. Além disso, estratégias como especialização de hardware (por exemplo, ASICs e FPGAs) permitem executar tarefas específicas com menor consumo em comparação a CPUs genéricas. Isso é crucial para reduzir o gasto energético em data centers e dispositivos móveis.

**Introdução à fotônica de silício e sua importância na computação sustentável**

A fotônica de silício é uma tecnologia que substitui sinais elétricos por sinais ópticos dentro dos chips. Isso é feito utilizando guias de onda e lasers integrados no próprio silício, permitindo que dados sejam transmitidos por luz em vez de eletricidade. Como resultado, há uma redução drástica no consumo de energia, pois a transmissão óptica gera menos calor e permite maior largura de banda. Essa tecnologia é fundamental para a computação sustentável, pois pode mitigar o alto consumo energético de data centers e infraestruturas de comunicação.

**Aplicações práticas da fotônica de silício em processadores e redes**

A fotônica de silício já está sendo usada para otimizar interconexões em data centers, substituindo conexões elétricas por ópticas em servidores de alto desempenho. Além disso, empresas como Intel e IBM estão desenvolvendo processadores híbridos, onde a comunicação entre núcleos é feita por luz, reduzindo latências e dissipação térmica. Outra aplicação importante está em redes de comunicação, incluindo redes ópticas integradas em chips (NoCs - Networks-on-Chip) e transceptores ópticos, que melhoram a velocidade e eficiência de redes 5G e infraestruturas de cloud computing.

## **3. Novos Chips de Baixa Energia**

Para que os chips são necessários?  
Os chips são fundamentais porque processam informações em quase tudo o que usamos, desde celulares e computadores até carros e redes 5G. Sem eles, não teríamos inteligência artificial, videogames, eletrodomésticos inteligentes ou sistemas de navegação em veículos.

Por exemplo, em um carro moderno, chips controlam desde a injeção eletrônica do motor até sensores de estacionamento e freios ABS. Na internet, servidores cheios de chips mantêm plataformas como YouTube, Instagram e serviços de nuvem funcionando. Além disso, são estratégicos para governos, usados em satélites, radares e segurança cibernética. Por isso, há tanta disputa por semicondutores no mundo.

Silicon Photonics (SiPh) é uma plataforma de material que fabrica circuitos integrados fotônicos (PIC) usando silício como meio óptico. Ela responde à necessidade de uma tecnologia de comunicação mais avançada e confiável, combinando elementos ópticos e circuitos elétricos em um único chip de silício. SiPh é uma tecnologia de transmissão óptica de dados de última geração, amplamente empregada em computação de alto desempenho, data centers e telecomunicações.

### Componentes importantes da fotônica de silício

Os três componentes a seguir, que constituem um único chip, são partes cruciais dos dispositivos fotônicos de silício.

**Diodo PIN Os fotodetectores** transformam sinais ópticos em sinais elétricos.

**O guia de onda óptico** é usado para transmitir sinais.

**Moduladores e acopladores** transformam os sinais elétricos em fótons.

### Quais são as vantagens do SiPh?

A maior vantagem do SiPh é o uso do sistema de produção CMOS convencional. Isso oferece desenvolvimento e fabricação de produtos fotônicos de silício de baixo custo, rápidos e confiáveis.

As informações são transmitidas por sinais ópticos em fotônica de silício. Um dos principais benefícios da óptica sobre a eletrônica, ondas de rádio ou micro-ondas é sua velocidade. Mais dados podem ser transmitidos pela óptica graças à sua maior frequência e diferentes modos (frequência, amplitude e fase). Essas vantagens são particularmente perceptíveis, pois o circuito eletrônico e os componentes ópticos são integrados em um único chip, permitindo técnicas de produção em massa de baixo custo.

Um chipset Silicon Photonics altamente integrado com componentes ópticos e circuitos elétricos pode ser amontoado em fatores de forma menores do que soluções ópticas e eletrônicas separadas. Dispositivos fotônicos de silício minúsculos e de baixa perda requerem menos energia do que dispositivos ópticos ou elétricos autônomos.

### Quais são as dificuldades da fotônica de silício?

O SiPh é limitado por tecnologias de integração perfeita, incluindo gerenciamento térmico, integração de fonte de luz de alta eficiência e sistemas eletrônicos atuais que ainda estão em estágio de pesquisa.

Componentes críticos como lasers não podem ser feitos usando silício, e há uma faixa de frequência óptica limitada que pode ser empregada. Assim, o material original apresenta um obstáculo para a fotônica de silício. Para aumentar a faixa de comprimento de onda e fornecer fontes ópticas no chip, novos materiais, incluindo SiN, InP e GaA, estão sendo explorados.

Outro fator a ser levado em conta é o consumo de energia, particularmente ao desenvolver guias de onda ópticos, moduladores e filtros, porque a compactação e a perda do sistema devem ser equilibradas. Além disso, a fotônica de silício tem limitações em termos de sensibilidade e diminuição em aplicações de sensores.

A adoção em larga escala da fotônica de silício (SiPh) é, no entanto, cara, apesar do fato de que os componentes que utilizam essa tecnologia são menos caros do que aqueles que utilizam outras alternativas. Para reduzir os custos para implantação generalizada, é importante aumentar a produção de milhões para bilhões de chips. As especificações para a eletrônica do sistema fotônico devem estar alinhadas com aquelas para a optoeletrônica (ou seja, o gerenciamento térmico precisa ser levado em consideração durante a fabricação).

**Exemplos de empresas e avanços recentes nessa área.**

Fundada em 2021, a [**Vaire Computing**](https://vaire.co/) captou recentemente US$ 4 milhões para desenvolver chips de silício que consomem quantidades insignificantes de energia e geram pouco – ou nenhum – calor. As informações foram divulgadas nesta segunda-feira (01) pelo *TechCrunch*. A rodada foi liderada pelo fundo de venture capital especializado em deeptech **7percent Ventures** e contou ainda com aportes de Jude Gomila, co-fundador do **Heyzap**.

A startup já havia captado US$ 500 mil anteriormente, e agora totaliza US$ 4,5 milhões. O negócio foi fundado pelo empreendedor Rodolfo Rosini e pela pesquisadora Hannah Earley, da Universidade de Cambridge, que trabalha na área de “computação não convencional”.

Para criar os chips que não consomem energia, a empresa usa uma tecnologia quântica, chamada de computação reversível. Ao contrário dos chips comuns, em que 100% da energia é dissipada como calor, os chips reversíveis da **Vaire** não dissipam essa energia. Por isso, o consumo é muito mais baixo. É como se a energia usada pelo chip fosse reciclada.

## **4. Data Centers Sustentáveis e Resfriamento Líquido**

**Eficiência Energética**

A eficiência energética na computação busca minimizar o consumo de energia dos sistemas de TI, promovendo práticas e tecnologias que reduzam o impacto ambiental.

* **Uso de Servidores e Data Centers com Menor Consumo de Energia**: Data centers são instalações que abrigam servidores responsáveis por processar e armazenar grandes volumes de dados. Devido à alta demanda energética desses locais, é essencial implementar estratégias para reduzir o consumo, como o uso de equipamentos eficientes e sistemas de resfriamento otimizados. Por exemplo, empresas como o Google têm reconfigurado seus data centers próximos a fontes de energia renovável, como usinas hidrelétricas, para aproveitar ao máximo essas fontes e reduzir custos.
* **Implementação de Algoritmos Mais Eficientes**: Algoritmos são conjuntos de instruções que os computadores seguem para executar tarefas. Algoritmos otimizados podem reduzir o uso de processamento desnecessário, diminuindo o consumo de energia. Por exemplo, sistemas de gerenciamento de clusters, como o Moab e o SLURM, incorporam mecanismos de economia de energia que desligam nós ociosos, ativando-os apenas quando necessário.
* **Adoção de Energia Renovável para Infraestruturas de TI**: Integrar fontes de energia renovável, como solar ou eólica, nas operações de TI pode diminuir significativamente a pegada de carbono das empresas. Além disso, a localização estratégica de data centers próximos a fontes renováveis, como usinas hidrelétricas, pode otimizar o uso de energia limpa.

**Gestão Sustentável de Hardware**

A gestão sustentável de hardware envolve práticas que minimizam o impacto ambiental dos dispositivos eletrônicos ao longo de seu ciclo de vida.

* **Produção de Dispositivos com Materiais Recicláveis**: Utilizar materiais recicláveis na fabricação de equipamentos reduz a extração de recursos naturais e facilita o processo de reciclagem ao final da vida útil dos produtos.
* **Extensão da Vida Útil dos Equipamentos**: Realizar reparos e atualizações em dispositivos eletrônicos pode prolongar sua funcionalidade, diminuindo a necessidade de novos equipamentos e, consequentemente, o desperdício eletrônico.
* **Destinação Correta e Reciclagem de Lixo Eletrônico**: O descarte inadequado de eletrônicos pode liberar substâncias nocivas ao meio ambiente. Portanto, é crucial estabelecer processos de reciclagem que garantam a reutilização segura de componentes e a disposição correta de materiais perigosos.

**Software Sustentável**

* O desenvolvimento de software sustentável foca na criação de aplicações que demandam menos recursos computacionais, promovendo eficiência e economia de energia.
* **Desenvolvimento de Softwares que Exijam Menos Recursos Computacionais**: Programas otimizados consomem menos energia e prolongam a vida útil do hardware, pois reduzem o desgaste causado por processamento excessivo.
* **Redução de Processos Desnecessários que Consomem Energia**: Eliminar ou minimizar funções supérfluas nos softwares evita o uso desnecessário de recursos, contribuindo para a eficiência energética.
* **Otimização de Código para Melhorar a Eficiência dos Sistemas**: Escrever códigos limpos e eficientes garante que as aplicações operem de maneira mais rápida e com menor consumo de energia.

**Virtualização e Computação em Nuvem**

Essas tecnologias permitem o uso mais eficiente dos recursos de TI, reduzindo a necessidade de hardware físico e otimizando o consumo de energia.

* **Uso de Servidores Virtuais para Reduzir a Necessidade de Hardware Físico**: A virtualização permite que múltiplos sistemas operacionais e aplicações rodem em um único servidor físico, diminuindo a quantidade de equipamentos necessários e, consequentemente, o consumo energético.
* **Compartilhamento de Recursos para Diminuir o Desperdício de Capacidade Ociosa**: A computação em nuvem facilita o compartilhamento de recursos entre diferentes usuários e aplicações, garantindo que a capacidade dos servidores seja utilizada de forma otimizada, evitando desperdícios.
* **Otimização de Data Centers para Maximizar o Uso de Cada Servidor**: Implementar técnicas de virtualização e gerenciamento eficiente nos data centers assegura que cada servidor opere em sua capacidade máxima, reduzindo o número total de máquinas necessárias e economizando energia.

**Internet das Coisas (IoT) e Sensores Inteligentes**

A integração de dispositivos conectados e sensores inteligentes pode monitorar e otimizar o uso de recursos, promovendo eficiência e sustentabilidade.

* **Aplicação de Sensores para Monitoramento Ambiental e Eficiência Energética**: Sensores podem coletar dados em tempo real sobre consumo de energia, qualidade do ar e outros parâmetros ambientais, permitindo ajustes imediatos para melhorar a eficiência e reduzir desperdícios.
* **Automação de Sistemas para Reduzir Desperdícios em Edifícios e Indústrias**:

Sistemas automatizados podem controlar iluminação, climatização e outros equipamentos com base na ocupação e nas necessidades reais, minimizando o consumo desnecessário de energia.

* **Uso de Tecnologia para Otimizar Processos Logísticos e Reduzir Emissões de CO₂**: A IoT pode melhorar a gestão de frotas e cadeias de suprimentos, otimizando rotas e cargas, o que resulta em menor consumo de combustível e redução das emissões de gases de efeito estufa.

## Fontes:

<https://blog.nvidia.com.br/blog/o-que-e-computacao-verde>

<https://www.ecycle.com.br/computacao-verde>

<https://aprendendofacil.com.br/glossario/o-que-e-computacao-verde-green-computing>

<https://www.mytech.com.br/blog/green-it-entenda-importancia-da-tecnologia-sustentavel>

<https://netsupport.com.br/ti-verde-sustentabilidade>

<https://www.securities.io/pt/computa%C3%A7%C3%A3o-na-velocidade-da-luz-com-fot%C3%B4nica-de-sil%C3%ADcio>

<https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/products/details/network-io/silicon-photonics.html>

**Link para a apresentação:**

<https://www.figma.com/slides/GfeJuCXjRlRgmPSB6Af0Sv/Untitled?node-id=22-203&t=XfiXttqM9VrcjGgY-1>