INTERFACE TECNOLÓGICA

PROCESSADORES: o impacto do grafeno

PROCESSORS: the impacto of graphene

Mário Luis do Nascimento - mario_luis_nascimento@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

João de Lucca Filho - joaodelucca@terra.com.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v17i2.1013
Data de publicação: 18/12/2020

RESUMO

Este artigo tem o objetivo investigar e estabelecer os benefícios que o grafeno tem para criação de novos processadores e sistemas de memória. O grafeno é uma estrutura cristalina 2D em carbono, muito resistente com aplicações na microeletrônica e no transporte de sinais. O artigo demonstra o grafeno como uma alternativa para construção de novas gerações de microprocessadores e com elevado incremento de velocidade. Por fim, é também apresentada a disponibilidade do material grafeno e as vantagens para a área de microeletrônica.

Palavras-chave: Grafeno, Processadores Modernos. Silício. Impacto Tecnológico.

ABSTRACT

This article investigates and establishes the benefits that graphene has for creating new microprocessors and memory systems. Graphene is a 2D crystalline structure in carbon, very resistant with applications in microelectronics and signal transport. The article demonstrates graphene as an alternative for building new generations of processors with a high speed increase. Finally, the availability of the graphene material and the advantages for the microelectronics area are also presented.

Keywords: Graphene, Processors, Modern, Silicon, Technology Impact.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo de caráter bibliográfico pretende apresentar o que é o grafeno e sua importância na aplicação em processadores. Para tal é necessário demonstrar sua semelhança com o silício que atualmente é utilizado na fabricação de diversos dispositivos eletrônicos. De

acordo com Lacerda (2015), o grafeno nada mais é que uma estrutura bidimensional ou 2D de átomos de carbono, descoberta em 1947 pelo físico canadense P.R. Wallace. Desde então o grafeno só começou a ganhar popularidade, por apresentar inúmeras aplicações, como por exemplo, um substituto viável para o silício na fabricação de componentes eletrônicos que compõem os processadores.

Conforme afirma Carvalho (2020) o interesse pelo grafeno vem pelas características do material e como ele se apresenta tanto no incremento de velocidade na evolução da microeletrônica como pela importância na aplicação de futuros dispositivos eletrônicos.

Auxiliando na compreensão de como o uso do grafeno na indústria de processadores pode alavancar grandes impactos em sua construção, como ganho em processamento, tamanho reduzido e consumo de energia em níveis extremamente baixo, sendo proposto teoricamente que transistores de grafeno operando em frequências da ordem de 427 GHz, ou seja, uma escala muito acima dos atuais (LIMER, 2013).

Ao longo do artigo. Pretende-se demostrar os conceitos do processador, assim como um breve resumo de sua história, identificando seus principais marcos e em que momento foi necessária a utilização do silício em sua fabricação. Além disso, será apresentada uma explicação mais aprofundada sobre o grafeno, como suas principais características, vantagens e desvantagens, e por que ele deve vir a ser um material viável na substituição do silício. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa adotada para o desenvolvimento deste artigo foi a pesquisa bibliográfica. De acordo com Gil (2002), uma bibliografia é desenvolvida com base em materiais já elaborados, constituído principalmente de livros, revista, teses, artigos científicos, dentre outros. A vantagem desta metodologia é de investigar a cobertura de uma gama de fenômenos amplo. “[...] Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço [...]” (GIL, 2002, p.45).

3 COMPONENTES DO PROCESSADOR

O processador é um dos componentes principais mais importantes de um computador, conhecido como CPU ou Unidade Central de Processamento, do inglês *Central Processing Unit*, é o cérebro de uma máquina, sendo responsáveis pelo processamento lógico de todas as funções e gerenciamento de todos os demais componentes presentes em um computador.

Segundo Souza (2012) o processador é um dispositivo de hardware que contém a capacidade de ler, escrever e modificar dados de acordo com as instruções que lhe foram enviadas. Ainda, o processador é um tipo de microchip especializado na realização de diversas funções, na qual há diversos componentes a ele integrados, com função de interpretá-los de acordo com as instruções armazenadas em sua memória interna. A Ilustração 1 apresenta e destaca uma imagem de um microprocessador sobre uma placa de computador.

Ilustração 1 Como é um processador



Fonte: SHOWMETECH (2019)

3.1 Memória cache

Segundo Morimoto (2002), conforme os processadores evoluíram, tornando-se cada vez mais potentes, surgiu a necessidade do uso de memórias ultrarrápidas para suprir as necessidades de armazenamento de dados mais usados pelo processador, evitando o uso das memórias mais lentas (memória principal, a RAM) para esse tipo de tarefa.

As memórias cache são um tipo de memória muito mais rápida, que facilita a troca de informações dentro de um processador. Elas são eletronicamente constituídas por memórias estáticas, bem mais caras, acarretando que os processadores contam entre 16MB a 60MB. O tamanho é reduzido se comparado a memória principal cujas arquiteturas atuais contam com

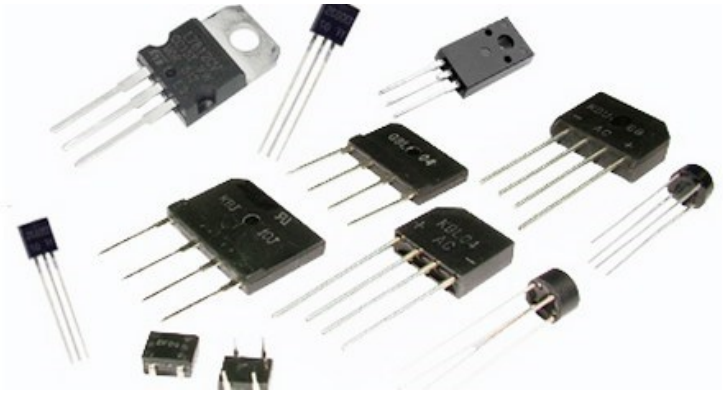
pelo menos 8GB de RAM, neste caso, memória do tipo dinâmica, custo muito reduzido por bit armazenado em comparação à estática, permitindo uma escala de tamanho muito elevada.

Ainda Morimoto (2002) há três tipos de memória cache: a cache primária, ou cache L1, cache secundária, conhecida como L2 e a cache L3 que é um pouco mais lenta e mais barata que a L2, podendo ser adicionado mais armazenamento a ela. Oportuno afirmar que o conteúdo da L1 é o mais atualizado que as outras, pois está montada dentro do processador.

3.2 Transistores

Segundo Morimoto (2001), um transistor é um dispositivo eletrônico composto por três filamentos, chamados de base, emissor e coletor. O transistor é "tijolo" básico na construção de circuitos integrados desde o final dos anos de 1950. Historicamente um dos materiais mais importante em sua fabricação é o silício, sendo uma substância capaz de alternar sua propriedade elétrica. "[...] A ideia do uso do silício para construir transistores é que, adicionando certas substâncias em pequenas quantidades é possível alternar as propriedades elétricas do silício [...]" (MORIMOTO, 2001, p. 42). Dentro de um processador, há milhões circuitos integrados, que se constituem em bilhões de transistores dentro de um único encapsulamento. Atualmente são utilizados Arsenieto de Gálio, Fosfeto de Gálio e outros, ultrarrápidos.

Ilustração 2 – Transistores – Concepção Unitária



Fonte: ARDUINOPORTUGAL (2017)

3.3 Unidades funcionais

Morita (2015) afirma que a Unidade Logica Aritmética, ULA, que é um dos principais módulos dentro do processador, realiza operações aritméticas e decisões lógicas. A ULA opera segundo a proposta de John von Neumann, matemático Húngaro, radicado no Estados Unidos, que propôs a arquitetura e funcionalidade dos computadores atuais, durante o período da 2ª Guerra Mundial.

Não menos importante, segundo o Cristo e outros (2013) a Unidade de Controle do processador é responsável pela decodificação, interpretação das instruções a serem executadas pelo computador, transferência de dados e instruções tanto para dentro quando para fora, controlando todas as ações a serem realizadas, garantindo a manipulação correta dos dados e programas executados.

4 MARCO DOS PROCESSADORES

Desde muito tempo atrás a humanidade já havia construído seu primeiro computador, antes mesmo de existirem eletrônicos. Souza (2012) diz que em 1901 foi encontrado um artefato feito de bronze, o que teria sido o primeiro computador da história, seu funcionamento era a base de engrenagens com o qual realizava cálculo dos movimentos dos astros e previsões de eclipses, Máquina de Anticítera datada de 87 a.C. Entre inúmeros instrumentos de cálculo, em 1623 Wihelm Schickard construiu a primeira máquina capaz de realizar funções simples de matemática, como, somar, subtrair, multiplicar e dividir.

O primeiro computador eletrônico a surgir foi ENIAC, construído em segredo pelos Estados Unidos, esse computador trabalhava com válvulas como processador, no qual realizava inúmeros cálculos. Morimoto (2002) comenta que a fim de encontrar um substituto para as válvulas, inúmeros pesquisadores trabalhavam em uma alternativa, em 1947 surgiu o primeiro projeto de transistores, onde utilizavam blocos de silício ou germânio, um dos semicondutores mais pesquisado na época.

Conforme histórico da evolução da empresa Intel, Morimoto (2011), lembra que em 1971 a Intel era uma fabricante de memórias, laçou seu primeiro microprocessador o i4004 que possuía 2300 transistores de 10.000 nanômetros, com o sucesso do i4004 mostrou para empresas que os microchips eram viáveis, esse marco potencializou o avanço da indústria de tecnologia que existe hoje, sendo a partir daquele momento que a indústria começou a desenvolver cada vez mais tecnologias de processadores, estabelecendo assim, uma corrida evolucionária em busca de processadores mais rápidos e avançados.

Atualmente foram fabricados alguns processadores quânticos, a exemplo do Sycamore da Google, IBM Q System One da IBM e o pioneiro D-Wave da canadense D-Wave Systems, os computadores quânticos trabalham em Qubits (ou quantum bits) que, operam de modo diferente dos computadores convencional, na qual um valor armazenado representa o valor “0” ou o valor “1” em vez de alternarem entre esses dois valores os Qubits, podem ser “0” e

"1" ao mesmo tempo, em um processo que os físicos denominam de superposição, sendo assim, após a apresentação do "experimento" a memória se estabiliza em dos valores de forma ultrarrápida. E ainda, se permite afirmar que mais Qubits multiplica exponencialmente sua capacidade de processamento e tempo de resposta. (ZAPAROLLI, 2019)

Os Computadores Quânticos operam de forma ultrarrápida podendo realizar operações "impossíveis" em minutos, sendo que um processador topo de linha dos dias atuais demoraria até milhares de anos para realizar uma operação semelhante, porém seu preço de fabricação é muito elevado e não estará próximo ao público pelos próximos anos. (ÉPOCA, 2019)

5 GRAFENO.

Lacerda (2015) observa que o material grafeno foi descoberto em 1947 pelo físico canadense P.R. Wallace através de um estudo sobre as propriedades eletrônicas do grafite ao qual o grafeno tem sua origem, porem conseguir uma amostra dele era um desafio para a época. Apenas em 2004 foram realizados experimentos com o grafite e ao extrair uma fina camada desse material acidentalmente retiraram com o ele o grafeno, com a surpresa desse novo material, os cientistas realizaram testes nele e descobriram que ele podia ser utilizado na fabricação de transistores, componente usado em inúmeros equipamentos eletrônicos e principalmente em processadores.

Com a descoberta dessa propriedade do grafeno, os cientistas continuaram com a pesquisa diminuindo cada vez mais sua espessura até chegarem a de um átomo, na qual o material se mostrou condutivo sem perder suas propriedades, podendo se tornar um ótimo substituído do silício. Em tempo, observa-se que tanto silício quanto o carbono da qual se forma o grafeno estão na coluna IV A da Tabela Periódica. (VIEIRA, 2016)

Vieira (2016) completa ainda, que antes de ser descoberto o grafeno, ele era considerado um material teórico, na qual servia apenas para explicar a formação das formas alotrópicas do carbono, pois se acreditava que sua estrutura não seria estável.

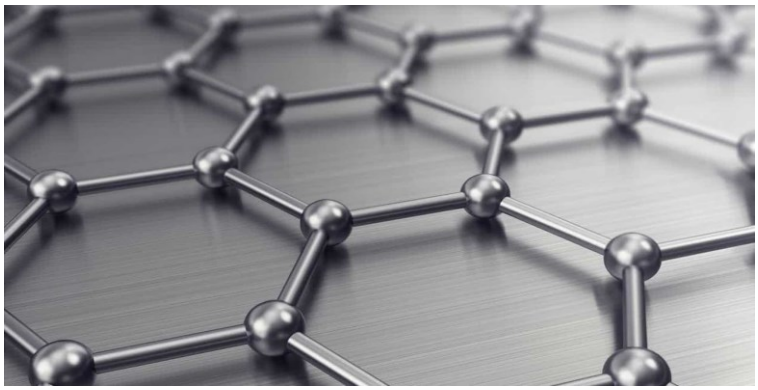
O grafeno embora não possua caraterísticas semicondutoras foi montado operando juntamente com o fosforeno, descoberto nos anos de 1910, garantindo uma espessura ultrafino visto ambos serem estruturas 2D, trabalhando e explorando as propriedades de ambos, montou-se um novo tipo de transistor, transportando sinais ultrarrápido. (ZOLNERKEVIC, 2015)

Lacerda (2015) conta que o grafeno, também conhecido como “material do futuro”, traz bastante intriga entre os cientistas, devido as suas incríveis propriedades e aplicações ilimitadas.

> “[...] O material em questão é um alótropo do carbono, ou seja, uma das formas divergente que procede desse elemento e, também é apresentado como uma das formas cristalinas assim como o diamante, o carvão e o grafite [...]” (LACERDA, 2015, p. 04).

Neste sentido, o grafeno se torna inteiramente composto por átomos compactados, tornando possível criar uma espessura do tamanho de um átomo, a sua estrutura cristalina é formada por hexágonos, como mostra a Ilustração 3.

Ilustração 3 - Representação da estrutura cristalina do grafeno

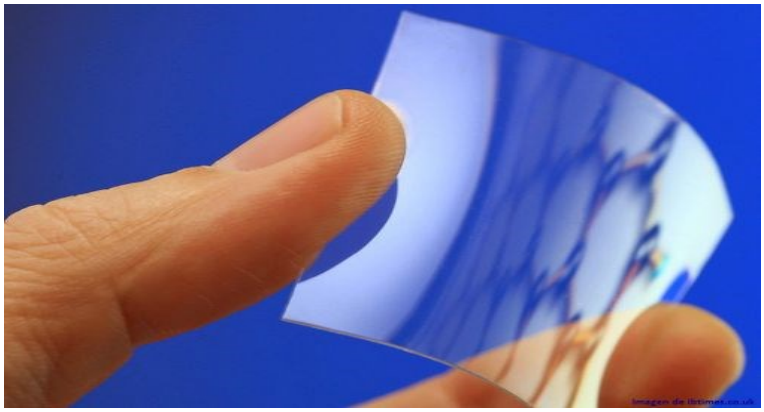


Fonte: MAISTECNOLOGIA (2019)

Segundo o Lacerda (2015) o grafeno é o material mais forte, mais leve e mais fino que existe, sendo até 200 vezes mais resistente que o aço mesmo possuindo uma espessura extremamente fina, sua aparência é transparente e extremamente flexível como mostra a Ilustração 3, podendo ser submergido em líquido sem alterar sua composição e condutividade elétrica, que chega a ser até 100 vezes mais rápido que o cobre.

Ainda segundo Lacerda (2015) observa-se que o grafeno, além de possuir tantas qualidades, sua produção é extremamente barata, tornando-o um material excelente para ser utilizado em inúmeras aplicações.

Ilustração 4 - Lamina de grafeno



Fonte: ELETRICAL (2019)

O grafeno é um material versátil, podendo ser utilizado em diversas aplicações como, poliméricos, sensores, transistores, dispositivos eletrônicos portáteis e até mesmo sistemas de armazenamento de energia eletroquímica, completa Vieira (2016).

5.1 Aplicações

De acordo com Lacerda (2015) essa tecnologia já é conhecida como uma das inovações que irão revolucionar a indústria, o grafeno abrirá grandes possibilidades de aplicações. Pela facilidade de manuseio do material, permite que este, seja aplicado em diversos setores industriais, abrangendo a maior parte do setor tecnológico sendo aplicado nos aparelhos mais utilizados, proporcionando maior desempenho, flexibilidade, barateamento e resistente.

Lacerda (2015) aponta que umas das aplicações mais recentes do grafeno foram à fabricação de supercapacitores que podem ser utilizados em baterias onde carregarão mais rápido que as baterias convencionais, mas o grafeno não se limita apenas em fabricações de eletrônicos, ele pode ser utilizado como um substituído para o plástico, coletes balísticos, telas eletrônicas, dentre outras inúmeras aplicações.

Sua aplicação na produção de processadores abrirá grandes portas para o seu avanço, como por exemplo, os processadores poderão ficar ainda menores com muito mais desempenho e com um custo barato. Segundo Lacerda (2015) os elétrons viajam mais depressa no grafeno do que em qualquer outro condutor, podendo ser utilizado para aumentar a velocidade de transferência de dados, comunicações sem fios e construção de computadores mais potentes.

Segundo Christiano José Santiago de Matos, coordenador substituto da área de Fotônica do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno da Universidade Mackenzie, afirmou

em debate, conforme notícia disponível no site da Câmara dos Deputados de 05/10/2017, que o custo para produzir o grafeno é cerca de 15 mil USD para 1 Kg, sendo produzido a partir do grafite, do qual 1 Kg rende 150 g de grafeno. Aponta ainda Christiano, as aplicações se encontram áreas diversas, como em telecomunicações, sensores na área médica, revestimentos e outros.

Vieira (2016) completa dizendo que os supercapacitores são uma classe de dispositivos eletroquímicos utilizados para armazenamento e liberação de energia rápida e reversível, sendo complementos perfeito para baterias e células de combustível.

6 CONSIDERAÇOES FINAIS.

Com o avanço da era eletrônica pós 2ª guerra mundial, em destaque, para a microeletrônica, na qual os produtos se apresentaram cada vez menores e mais ligados ao ser humano, não distante os processadores que logo não conseguirão dar conta da demanda que a sociedade espera por exigir maior incremento de velocidade em processamento.

Um dos responsáveis pela limitação em sucessivos incrementos de velocidade dos microprocessadores são o silício e outros semicondutores convencionais que estão presentes nos transistores. O transistor é o dispositivo básico para construção de processadores e sistemas de memória, visto que já se atingindo o limite e consequentemente a manipulação dos semicondutores convencionais começa a ficar inviável chegando a derreter ao receber uma carga de energia por estar extremamente fino, entretanto fica claro ainda, que é possível utilizá-lo por um longo tempo.

Esse artigo apontou o grafeno como seu substituto juntamente com uma interface a base de fosforeno que consegue para criar um transistor mais eficaz que os atuais, permitindo altas velocidades na transmissão de sinais e dados e, ainda, manipulá-lo com maior redução de tamanho o que permite maiores incrementos de velocidade, além de ser um material barato de fácil acesso, com um incrível desempenho, revolucionando o mercado tecnológico e de fabricação de microprocessadores e memórias.

Assim, por possuir um baixo valor de fabricação, será possível vê-lo em uso em diversas aplicações no futuro, tornando assim os produtos mais resistentes, viáveis e baratos, como consequência para o mercado.

REFERÊNCIAS

ARDUINOPORTUGAL. **Para que servem os Transistores?**. 2017. Disponível em <https://www.arduinoportugal.pt/usar-transistor-no-arduino/>. Acesso em 03 jun. 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Economia do grafeno é altamente lucrativa**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/524636-economia-do-grafeno-e-altamente-lucrativa/>. 05/10/2017. Aceso em 23 maio 2020.

CARVALHO, **C.: Grafeno: conheça o material que vai revolucionar a tecnologia do futuro.** Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/grafeno-conheca-o-material-que-vai-revolucionar-a-tecnologia-do-futuro-25436/>. 2020. Acesso em 06 jun. 2020.

CRISTO, F.; PREUSS, E.; FRANCISCATTO, R.. **Arquitetura de Computadores**. 2013. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico_informatica/arquitetura_computadores.pdf>. Acesso em 05 maio 2020.

ELECTRICAL. **Grafeno: Propriedades e aplicações**. 2019. Disponível em <https://www.electricalelibrary.com/2019/12/01/grafeno-propriedades-e-aplicacoes/>. Acesso em 03 jun. 2020.

ÉPOCA Negócios. **Processador quântico do Google conseguiu calcular em minutos o que os supercomputadores levam hoje 10 mil anos**. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/09/supercomputador-do-google-atinge-supremacia-quantica.html>. Acesso em 23 maio 2020.

GIL, A. C.: **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed, São Paulo, Editora Atlas S.A. 2002. Disponível em: http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em 22 abr. 2020.

LACERDA, L. M.: **Grafeno, o material do futuro**. Universidade Geraldo Di Biase, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/18716555/ARTIGO_GRAFENO_O_MATERIAL_DO_FUTURO>. Acesso em 05 maio 2020.

LIMER, E. **Cientistas descobrem como fazer processadores ultrarrápidos de grafeno**. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/processadores-grafeno/>. 2013. Acesso feito em 06 jun. 2020

MAISTECNOLOGIA. **Físicos Descobrem nova propriedade do grafeno: magnetismo**. 2019. Disponível em: <https://www.maistecnologia.com/fisicos-descobrem-nova-propriedade-do-grafeno-magnetismo/>. Acesso em 03 jun. 2020.

MORIMOTO, C. E. **40 anos do Intel 4004, o primeiro microprocessador comercial**. 2011. Disponível em: <https://www.hardware.com.br/noticias/2011-11/40anos-i4004.html>. Acesso em 02 de jun. 2020.

MORIMOTO, C. E. **Manual de hardware completo.** 3ª ed. 2002. Disponível em: <https://telemedicina.unifesp.br/pub/Linux/Distribution/Kurumin/e-books/Manual_de_Hardware_Completo_3ed.pdf>. Acesso em 05 maio 2020.

MORIMOTO, C. E.: **Hardware, novas tecnologias.** 3ª ed. 2001. Disponível em: <https://telemedicina.unifesp.br/pub/Linux/Distribution/Kurumin/e-books/Novas_Tecnologias-3ed.pdf>. Acesso em 05 maio 2020.

MORITA, A. K. **Projeto e desenvolvimento de uma arquitetura de baixo consumo de potência para microprocessadores.** Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2402694>. Acesso em 05 maio 2020.

SHOWMETECH. **Porque o processador é o componente mais importante na computação**. 2019. Disponível em: <https://www.showmetech.com.br/porque-o-processador-e-uma-peca-importante/>. Acesso em 03 jun. 2020.

SOUZA, M. L. **Evolução de processadores e seu futuro.** Universidade São Francisco, Itatiba, 2012. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2343.pdf>. Acesso em 05 mai. 2020.

VIEIRA, J. E. D. Segundo. E. O.; Vilar. **Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 11, n. 2 (2016) 54–57. Acesso em 03 de jun. 2020.

ZAPAROLILIM, D. **A era dos qubits**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-era-dos-qubits/>. Edição 284, out 2019. Aceso em 23 maio 2020.

ZOLNERKEVIC, I.: **Menos perda de energia**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/menos-perda-de-energia/>. Edição 232, jun. 2015. Acesso em 23 maio 2020.