

A contribuição da física da matéria condensada, a partir dos cristais líquidos, para diminuição de impactos ambientais e reaproveitamento energético**The contribution of the physics of condensed matter, from the liquid crystals, to reduce environmental impacts and reuse energy**

Recebimento dos originais: 06/06/2018

Aceitação para publicação: 11/07/2018

Wallysson Klaus Pires Barros

Mestrando em Engenharia de Sistemas pela Universidade de Pernambuco (UPE)
Instituição: Universidade de Pernambuco, campus Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)
Endereço: Rua Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, Brasil
E-mail: wallyssonklaus1@gmail.com

Carlos Frederico Dias Diniz

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Instituição: Universidade de Pernambuco, campus Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)
Endereço: Rua Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, Brasil
E-mail: carlosfd@poli.br

Júlio Antônio de Oliveira Neto

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade de Pernambuco (UPE)
Instituição: Universidade de Pernambuco, campus Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)
Endereço: Rua Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, Brasil
E-mail: julioeng123@gmail.com

RESUMO

A tecnologia e a economia estão fortemente interligadas. A fim de obter um acentuado desenvolvimento tecnológico, é de grande importância o controle das mais diversas formas de energia, principalmente, visando o aumento na velocidade de processamento de informações. As células solares possuem limitações no que diz respeito à concentração da luz. Logo, não é possível aumentar sua eficiência sem que haja o acréscimo de um controlador externo, algo como uma lente. Para isso, tem-se os cristais líquidos que são materiais capazes de conduzir várias formas de energia. Eles são formados por moléculas de formato anisotrópico e apresentam estados da matéria entre a fase sólida e a líquida. Uma dessas fases intermediárias é a nemática, onde as moléculas estão posicionadas de maneira aleatória, no espaço, mas alinhadas ao longo de uma determinada direção. A direção das moléculas dos cristais pode ser modificada pela aplicação de campos elétricos e/ou magnéticos. Acredita-se que manipular a quantidade de luz e calor em uma determinada região apresenta boa aplicabilidade tecnológica a partir da economia de energia pelo reaproveitamento de calor, para o uso em outros sistemas de interesse e da miniaturização espacial no desenvolvimento de projetos de manipulação energética. Assim, a aplicação destas tecnologias mais limpas e ecoeficientes, a base de cristais líquidos, contribui para o aumento do rendimento energético em células solares e para fabricação de dispositivos eletrônicos com alto tempo de utilização, diminuindo a quantidade de descartes dos mesmos e alcançando evoluções no âmbito da engenharia de produção.

Palavras-chave: Cristal líquido; Meio ambiente; Energia; Célula solar.

ABSTRACT

Technology and economics are strongly intertwined. In order to achieve a strong technological development, it is of great importance to control the most diverse forms of energy, mainly in order to increase the speed of information processing. Solar cells have limitations with respect to the concentration of light. Therefore, it is not possible to increase its efficiency without the addition of an external controller, something like a lens. For this, one has the liquid crystals which are materials capable of conducting various forms of energy. They are formed by molecules of anisotropic form and present states of the matter between the solid phase and the liquid phase. One of these intermediate phases is the nematic, where the molecules are positioned randomly, in space, but aligned along a given direction. The direction of the crystal molecules can be modified by the application of electric and / or magnetic fields. It is believed that manipulating the amount of light and heat in a given region presents good technological applicability from energy saving by reuse of heat, for use in other systems of interest and spatial miniaturization in the development of energy manipulation projects. Thus, the application of these cleaner and more eco-efficient technologies, based on liquid crystals, contributes to the increase of the energy yield in solar cells and to the manufacture of electronic devices with a high time of use, reducing the amount of discards of the same and reaching evolutions in the scope of production engineering.

Keywords: Liquid crystal; Environment; Energy; Solar cell.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento na manipulação das diversas formas de energia (eletricidade, luz, calor, etc.) é de fundamental importância tecnológica e econômica. Uma aplicação deste conhecimento é o processamento de informações associada a estas entidades físicas, seja no aumento da velocidade de processadores eletrônicos (KANG; KIM; PARK; PARK; LEE, 2007), no desenvolvimento de protocolos para transmissão de informação através de artefatos fotônicos (ARAÚJO; BASTOS-FILHO; MARTINS-FILHO, 2015) ou na criação de chips opto-eletrônicos (KIMERLING ET AL., 2006). Outra forma de usar várias entidades físicas para processar informação é o uso de materiais que, no lugar de processar elétrons e luz separadamente, usam polárítos (um acoplamento quântico elétron-fóton que se comporta como uma única entidade física). Nesses casos, é comum usar diversos materiais e arranjos geométricos para atingir as propriedades de interesse.

Além do mencionado uso de diversos materiais empregados, os dispositivos comuns fotônicos e os opto-eletrônicos requisitam diversas técnicas na sua fabricação. Tais dispositivos não estão focados no reaproveitamento de outra forma de energia: o calor, produzido como subproduto dos processos de interesse.

A fim de reaproveitar o calor, surge uma outra área de estudos chamada de fonônica. Os artefatos fonônicos tem como principal elemento o calor e, muitas vezes, são inspirados nos da

eletrônica, como diodos, memórias e transistores térmicos. Contudo, os artefatos desenvolvidos até o momento são “monofísicos”, pois só lidam com uma forma de energia: o calor.

Contribuindo para o processamento/transmissão de informação, permitindo o uso de um único material e possibilitando o processamento de várias formas de energia, tem-se os cristais líquidos. Estes são materiais formados por moléculas de formato anisotrópico e que apresentam novos estados da matéria entre a sólida e a líquida, possuindo propriedades de ambas as fases.

A anisotropia das moléculas é sentida macroscopicamente quando o cristal líquido está na fase nemática, sendo traduzida para diversas propriedades físicas. Isto significa que a fase nemática é anisotrópica simultaneamente para propagação de luz (PEREIRA; MORAES, 2011), de calor (FUMERON; PEREIRA; MORAES, 2013) e de som (PEREIRA; FUMEROM; MOARES, 2013).

Estes materiais são fortes candidatos para o desenvolvimento de dispositivos “termo-óptico”, artefatos que processam/transmitem calor e luz em um único dispositivo, que pode ser representado por um direcionador simultâneo de fluxo de energia térmica e eletromagnética.

Um dos principais objetivos deste artigo, é o de mostrar que o estudo, apresentado acima, possibilita o desenvolvimento e aprimoramento do chamado transistor térmico. Tal dispositivo é inovador, ainda em laboratório, e capaz de controlar o fluxo de calor, gerado pelas perdas dos componentes de equipamentos eletrônicos. Além disso, em pesquisas realizadas, foi possível ver que, a partir das propriedades térmicas e eletromagnéticas descritas, a eficiência das células solares pode ser elevada, considerando a maior sensibilidade à temperatura e, por este motivo, o aumento da concentração de campo elétrico em uma única região.

2 A ENERGIA E SEUS ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A motivação em desenvolver esse artigo, é dado, entre vários fatores, pelo fato de que o aumento da demanda energética, a possibilidade de redução da oferta de combustíveis convencionais, causada por crises políticas em regiões produtoras, e a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente vêm levando o homem a pesquisar, desenvolver e utilizar fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental.

A energia é um ingrediente essencial para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais da população dos países da América Latina, Ásia e África (GOLDEMBERG, 2012). O consumo de energia per capita pode ser usado como um indicador da importância dos problemas que afetam estes países, onde se encontram 70% da população mundial (GOLDEMBERG, 2012). Nos países em desenvolvimento mais pobres (GOLDEMBERG, 2012), tem-se que: a expectativa de

vida é 30% menor, a mortalidade infantil, superior a 60 por 1000 nascimentos, é inferior a 20 nos países industrializados, o analfabetismo supera a taxa de 20%, o número médio de filhos é maior do que dois em cada família e a população está crescendo rapidamente, já nos países industrializados, ele é igual a dois, que é justamente o necessário para manter o equilíbrio populacional.

3 CRISTAIS LÍQUIDOS: PROPRIEDADES E REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Em um cristal líquido, as propriedades líquido-cristalinas surgem das interações de longo alcance entre os seus constituintes e são as responsáveis pelo grau de ordem do sistema. O ordenamento observado é suficiente para transmitir algumas características da fase sólida para o fluido, entretanto, pela sua natureza de longo alcance, não são suficientemente fortes para evitar a fluidez observada. Quando este dualismo das propriedades (mesofase) é observado em um sistema sob aquecimento e resfriamento, o termo cristal líquido termotrópico (CLT) enantiotrópico é utilizado (MERLO; GALLARDO; TAYLOR, 2001, P.354). Cristais líquidos que mostram mesofases somente no processo de resfriamento, são denominados de monotrópicos. Com respeito a forma, os CLT podem ser classificados em dois grupos principais: calamíticos (forma de bastão) e discóticos (forma de disco). Os cristais líquidos na forma de bastão são classificados de acordo com o grau de ordem observado. Desta forma, três classificações básicas são propostas: Nemática (N), Colestérica (Ch) e Esmética (S) (MERLO; GALLARDO; TAYLOR, 2001, P.354).

Na pesquisa, foram estudados os chamados cristais líquidos nemáticos (que possuem apenas a fase nemática como intermediária), calamíticos (com moléculas de formato de bastão) e termotrópicos (cujas propriedades físicas e transições de fase dependem da temperatura - para controle de calor).

3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE A BASE DE TRANSISTORES TERMAIS

Os resíduos eletrônicos já representam 5% de todo o lixo produzido pela humanidade. Isso quer dizer que 50 milhões de toneladas são descartadas anualmente no mundo todo. Em 2009, o Brasil produziu 2,6 kg de lixo eletrônico por habitante, o equivalente a menos de 1% de produção mundial de resíduos, contudo, a indústria eletrônica continua em expansão e hoje espera-se que o número equipamentos como computadores tenha passado de 100 milhões de unidades (TECMUNDO, 2009). Uma das principais causas de queimas e descarte de produtos eletrônicos é o superaquecimento.

Ao contrário dos transistores convencionais, os transistores termiais (que seriam desenvolvidos a partir da tecnologia fonônica – usando cristais líquidos), não necessitariam do

silício, e poderiam fazer uso da grande quantidade de calor residual geradas nos aparelhos eletrônicos tradicionais (WANG ET AL., 2014). Esse calor gerado, além de ser uma forma de perda de energia também prejudica a vida útil do aparelho eletrônico, devido ao superaquecimento. Assim, tem-se uma vantagem quanto ao uso dos dispositivos fonônicos, pois, além de utilizar as perdas térmicas para controle do fluxo de calor (aplicação secundária de interesse), ainda contribui para preservação do equipamento.

3.2 A APLICAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE QUALITATIVA DA FÍSICA CONDENSADA EM CÉLULAS SOLARES

É esperado que, manipulando as propriedades térmica e elétrica, em um único dispositivo, exista a concentração de campo elétrico em um ponto do direcionador. Se este ponto de concentração for no centro do dispositivo, torna-se concreto o estudo do aumento da eficiência da célula solar. Seria possível, portanto, ver o comportamento térmico e magnético do direcionador (dispositivo a base de cristais líquidos), ou seja, aplicação das propriedades intrínsecas do cristal (anisotropia).

Esse estudo é de grande importância, analisando a aplicação em energia solar, porque segundo a Epia-Global Market (2012), nos últimos 10 anos, a tecnologia fotovoltaica tem mostrado potencial para tornar-se uma das fontes de eletricidade predominantes no mundo, com um crescimento robusto e contínuo mesmo em tempos de crise financeira e econômica. Espera-se que esse crescimento continue nos anos seguintes, respaldado pela conscientização das vantagens da energia fotovoltaica. No final de 2009, a capacidade instalada acumulada de sistemas fotovoltaicos era de aproximadamente 23 GW. Um ano depois era de 40 GW. Em 2011, mais de 69 GW estão instalados no mundo, podendo produzir 85 TWh de eletricidade a cada ano. Esse volume de energia é suficiente para abastecer a necessidade anual de mais de 20 milhões de casas. A partir de radiômetros, que são medidores da disponibilidade de energia radiante do sol que incide na superfície terrestre, é possível fazer análises qualitativas e quantitativas, em etapas posteriores da pesquisa, onde seria possível medir a produção de energia elétrica (a partir de energia térmica) em uma célula solar comum, baseada em semicondutores e compará-la a uma célula a base de cristais líquidos.

Vale salientar que, atualmente, a energia é um parâmetro essencial e fortemente relacionado com o desenvolvimento humano. O crescimento do consumo de energia mais que triplicou após a Revolução Industrial. Estudos recentes mostram uma tendência de crescimento da demanda energética de 4% em consequência da melhoria de qualidade de vida nos países em

desenvolvimento. Com essa taxa de crescimento que significa uma duplicação a cada 17 anos, é provável que, na segunda década deste século, o consumo de energia nos países em desenvolvimento ultrapasse o consumo dos países desenvolvidos em virtude da melhoria dos parâmetros sócio-econômicos nos países do Terceiro Mundo (GOLDEMBERG, 1998).

4 CONCLUSÃO

A atuação dos cristais líquidos diante da poluição ambiental e eficiência energética, foi o foco principal deste trabalho. O aumento da eficiência da célula solar, estudo a ser desenvolvido de maneira prática, nos próximos anos, é de fundamental importância diante do que foi visto, a respeito da energia e sua ligação com o meio social, ambiental, político e outras áreas existentes, associados à qualidade de vida. Com a análise física, realizada a partir dos cristais líquidos e sua aplicação, foi possível obter uma reflexão dentro dos parâmetros sociais e econômicos. A partir disso, existe a necessidade de se retirar do planejamento da expansão do sistema elétrico, a componente referente ao desperdício, permitindo a redução dos investimentos no setor elétrico, sem comprometer o fornecimento de energia.

Dessa forma, espera-se a conscientização da conservação energética tanto na vertente humana, onde o cidadão recebe informações compatíveis, que o auxiliam a se inserir no contexto da nova situação, induzindo-o à mudança de hábitos, atitudes e futura mudança de comportamento, quanto na vertente tecnológica onde, através de treinamento específico, o técnico é inserido nas questões da eficiência energética, entrosando-se com novas técnicas e tecnologias (física da matéria condensada e suas propriedades), tanto de equipamentos como de processos, reduzindo significativamente o consumo de energia de uma instalação, sem comprometer o produto final.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D.R.B.; BASTOS-FILHO, C.J.A. e MARTINS-FILHO, J.F. **And evolutionary approach with surrogate models and network science concepts to design optical networks.** Engineering Applications of Artificial Intelligence, 43:67-80, 2015.

EPIA – **Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016** – maio de 2012, p. 11.

FUMERON, Sébastien; PEREIRA, Erms and MORAES, Fernando. **Model-ing heat conduction in the presence of a disloca-tion.** Int. J. Therm. Sci., 67:64-71, 2013.

GOLDEMBERG, José. Dossiê recursos naturais: **Energia e desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01030141998000200002&lng=pt&nr=iso>. Acesso em: 16 jan. 2018.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. EDUSP, São Paulo, 1998.

KANG, Jeong-Uk; KIM, Jin-Soo; PARK, Chanik; PARK, Hyounjun and LEE, Joonwon. **A multi-channel architecture for high-performance nand flash-based storage system**. Journal of systems Architecture, 53(9):644-658, 2007.

KIMERLING, L.C.; AHN, D.; APSEL, A.B.; BEALS, M.; CAROTHERS, D.; CHEN, Y-K. E CONWAT, T. **Electronic-photonic integrated circuits on the cmos platform**. In Integrated Optoelectronic Devices 2006. International Society for Optics and Photonics, 2006.

MERLO, A. A.; GALLARDO, H. e TAYLOR, T. R. **Cristais Líquidos Ferroelétricos – CLF**. Uma Abordagem Sintética. Química Nova, Vol. 24, Nº 3, 354-362, 2001.

PEREIRA, Erms and MORAES, Fernando. **Diffraction of light by topological defects in liquid crystals**. Lid. Crys., 38:295-302, 2011.

PEREIRA, Erms; FUMERON, Sébastien and MORAES, Fernando. **Metric approach for sound propagation in nematic liquid crystals**. Phys. Rev. E, 87:022506, 2013.

RUAN, X.; CHEN, Y.P.; QIU, B.; HU, J.; VALLABHANENI, A. e WANG, Y. **Phonon Lateral Confinement Enables Thermal Rectification in Asymmetric Single-Material Nanostructures**. Nano Letters, 2014. Vol.: 14 (2), pp 592-596.

TECMUNDO. **Lixo Eletrônico** (2009). Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/tecnado/2570-lixo-eletronico-o-que-fazer-apos-o-termino-da-vida-util-dos-seus-aparelhos-.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2018.