

ARTIGO

# O INCT de Fotônica: Explorando a ciência e a tecnologia da Luz para o bem-estar social

**Anderson S. L. Gomes**

*Departamento de Física e PPG Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco  
PPG Ciências dos Materiais, UNIVASF*

## Introdução

A **fotônica** é definida como a ciência e a tecnologia da luz, e lida com a geração, detecção, aproveitamento e aplicações da luz, cuja unidade básica é o fóton. Como amplamente reconhecido, a fotônica está em todos os lugares ao nosso redor: de sistemas fotovoltaicos baseados em luz solar a comunicações ópticas e saúde; de processamento de materiais a produtos do dia a dia, como aparelhos de DVD, leitores de código de barras e telefones celulares. A fotônica é considerada uma tecnologia habilitadora, ou seja, é uma tecnologia meio usada para finalidades multidisciplinares. Este artigo descreve como a fotônica pode e é utilizada em diversas aplicações com impacto social, e especificamente descreve algumas ações recentes do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fotônica – INCT de Fotônica, ou INFO, a sigla do Instituto. Destacamos também a pesquisa e desenvolvimento da fotônica em Pernambuco e seu potencial.

De forma a contextualizar os objetivos deste artigo, faremos uma breve descrição das formas de apoio financeiro utilizadas mundialmente para fomento à

pesquisa básica e/ou aplicada, em seguida daremos exemplos de tais programas no Brasil, sendo o mais recente deles os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. Na sequência, descreveremos o estado da arte da fotônica no mundo e no Brasil, as ações mais recentes do governo federal no tema, e finalmente destacaremos ações do INFO com impacto social. Na conclusão do artigo, destacamos o potencial do Estado de Pernambuco na área de fotônica e sua liderança no Nordeste, o que abre perspectivas para investimentos do governo estadual e das empresas locais e regionais neste tema, que já é um tema estratégico nacional.

## O Fomento à Pesquisa Básica

O fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico em várias partes do mundo, incluindo o Brasil, tem os recursos *não reembolsáveis* (muitas vezes chamados “a fundo perdido”) oriundos de instituições públicas de âmbito federal e estadual, e em menor escala municipal, bem como instituições privadas. Como o apoio direto de instituições privadas para a pesquisa básica é muito reduzido, este artigo concentra nos

programas de apoio oriundos das instituições públicas. Para este apoio, as instituições utilizam diversas modalidades para dar suporte financeiro a projetos de pesquisa e/ou formação de recursos humanos: apoio individual ao pesquisador, apoio em redes temáticas, apoio a programas de pós-graduação (particularmente no caso de bolsas de pós-graduação, apesar de que em muitos projetos “cotas” de bolsas também são fomentadas) e projetos de apoio à infraestrutura de pesquisa. Os principais órgãos de fomento nacionais são o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, vinculado ao MCTI, Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior, vinculada ao MEC, Ministério da Educação), as FAPs (Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa, como a FACEPE em Pernambuco). Temos ainda a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, também vinculada ao MCTI que muitas vezes faz chamadas para recursos não reembolsáveis, mas também atua com recursos reembolsáveis, principalmente para empresas ou para projetos com a participação de empresas). Há ainda chamadas específicas, em temas que requerem uma atenção especial da comunidade científica, como no caso do Zika vírus em 2014-2015 e no caso atual da pandemia gerada pelo SARS-Cov-2, responsável pela COVID-19. Alguns programas também são diretamente geridos pelo MCTI. Vale ressaltar que na área de Saúde, alguns projetos de tecnologias ligadas à saúde são também apoiados diretamente pelo Ministério da Saúde.

De forma geral, a escolha dos projetos aprovados para concessão de recursos é feita através de editais públicos, onde os proponentes submetem os projetos e são avaliados por pares, e em muitos desses programas a avaliação é internacional. Um dos desafios dos órgãos de fomento, quer sejam federais ou estaduais, é a manutenção com uma periodicidade longa de vários desses programas. Por exemplo, o programa que descreveremos brevemente aqui, os INCTs, está na sua segunda edição, mas foi antecedido por outros programas que não foram mantidos com as trocas de governo.

Um deles tinha a sigla PRONEX, para Programas de Núcleos de Excelência, uma parceria entre o CNPq e as FAPs. Este programa teve duas edições e tinha

uma abrangência estadual, enquanto os INCTs têm uma abrangência nacional. Outros programas, como Institutos do Milênio, também de abrangência nacional, tiveram uma vida mais curta, e tinham como motivação os problemas globais na virada do século. Boa parte destes editais são de tema “livre”, ou seja, os proponentes podem propor temas de sua competência. Outros editais apontam temas específicos, de acordo com políticas públicas, que muitas vezes são momentâneas, sem a devida continuidade.

Os INCTs são atualmente o maior programa apoiado por agências federais, em parceria com as FAPs, atendendo mais de 100 Institutos em todas as áreas do conhecimento. A primeira edição ocorreu a partir de uma chamada pública em 2008 e estendeu-se até 2014. Na segunda edição, a chamada ocorreu em 2014, mas o resultado só ficou disponível no final de 2016 para contratação e início em 2017. Maiores detalhes sobre os INCTs podem ser encontrados na página do programa no site do CNPq (<http://inct.cnpq.br>) bem como no artigo “**Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia de Pernambuco: Como chegamos lá?**” também parte desse número da Revista de Inovação e Desenvolvimento. Programas como o INCT deveriam ter uma perenidade, pois consolidam a pesquisa, desenvolvimento e inovação, inclusive com a geração de pequenas empresas, em várias áreas do conhecimento.

Também são fundamentais como programas em rede para catalisar grupos emergentes em diversas partes do país. Por outro lado, é de fundamental importância que os estados tenham seus Institutos Estaduais ou Centros de Excelência em pesquisa básica, com o olhar para soluções de problemas locais com resultados a médio e longo prazos, além de formarem a base para o desenvolvimento tecnológico e inovador.

### **A Fotônica no Mundo e no Brasil**

Conforme já mencionamos, a fotônica é uma tecnologia habilitadora que usa a luz como sua ferramenta principal para aplicações diversas. Três fatores principais contribuíram para o desenvolvimento da fotônica: a invenção do LASER em 1960, das fibras ópticas nos anos 1980, de fotodetectores e CCDs (charged coupled devices), inventado nos anos 1970 e plenamente

desenvolvido nos anos 1990. Associado ao desenvolvimento científico no entendimento da interação da luz com a matéria, a fotônica tem seus fundamentos na óptica. É também considerada, tanto na Europa, nos Estados Unidos e na Ásia (particularmente China e Japão), como uma força motriz econômica, tendo evoluído de um nicho acadêmico com aplicações potenciais para o que em inglês é conhecido pela sigla KET: Key Enabling Technology, ou tecnologia habilitadora chave. Uma visão global da importância da fotônica pode ser apreciada observando os roadmaps elaborados por diversos países, entre os quais recomendamos o roadmap da Sociedade Japonesa de Física Aplicada [1] e o programa europeu de fotônica [2], e o roadmap estratégico 2021-2017 [3], que tem um foco industrial muito importante.

No Brasil, a fotônica é estudada e pesquisada desde os anos 1970, com alguns grupos de pesquisa básica em óptica clássica e óptica não linear, e só em 2016

passou a ser uma área estratégica do MCTI [4], com a primeira ação documental lançada em 2021 com a criação da iniciativa Brasileira de Fotônica (IBFOTON) e do Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (SISFOTON) [5]. Mais recentemente, a primeira iniciativa concreta, mesmo que ainda tímida em termos de recursos financeiros, foi lançada: a seleção de dez laboratórios para constituírem o SISFOTON, conforme comentaremos mais adiante.

### O INCT de Fotônica - INFO

O INFO, em sua segunda fase (2017-2022), é constituído por 21 instituições, sendo cinco grupos consolidados e cinco grupos emergentes, e mais 11 grupos associados, que consiste em pequenos grupos de um ou dois pesquisadores associados aos grupos consolidados. O mapa da figura 1 mostra a distribuição geográfica das instituições que formam o INFO.

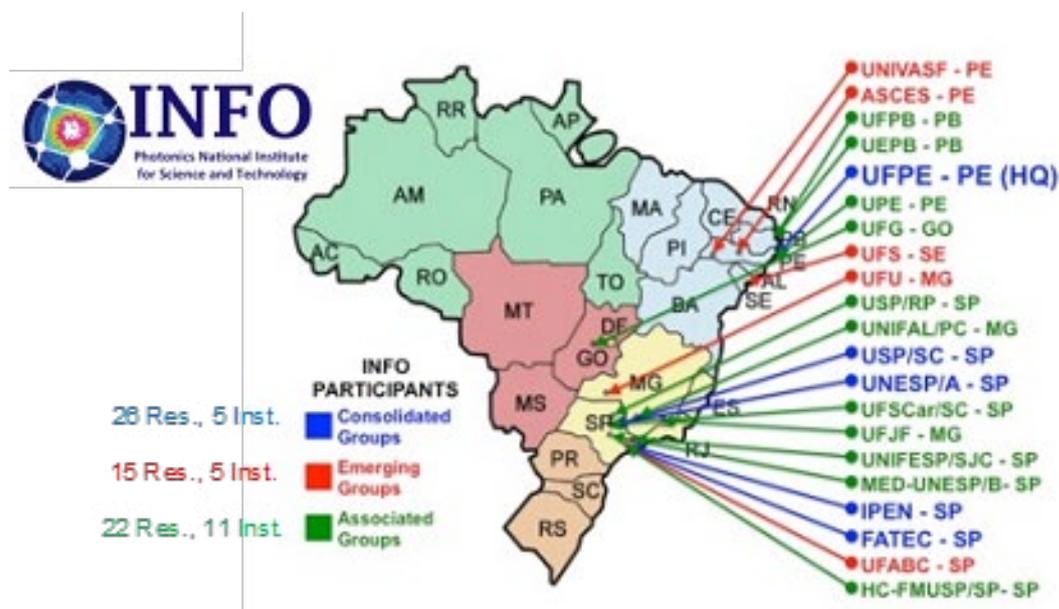


Figura 1 – Mapa mostrando a distribuição geográfica do INFO e as instituições participantes.

Um total de 220 pesquisadores e estudantes compõem a capacidade de RH do INFO, sendo 65 pesquisadores *seniors* e 155 estudantes de doutorado, mestrado, IC e post-docs. O INFO atua em três áreas principais: fotônica não linear, biofotônica e optomicrofluidica, e desenvolve 50 sub-projetos nestas três sub-áreas. O INFO é coordenado por um Comitê Gestor, tendo um coordenador geral do projeto (o autor deste texto) e conta com um "International Advisory Board" formado por seis pesquisadores dos Estados Unidos e Europa. O INFO tem uma rede de colaboração internacional oficializada com mais de 12 instituições em 12 países diferentes. A principal forma de interação são as viagens de intercâmbio nacional e internacional, os workshops (dois já foram realizados presencialmente), e reuniões virtuais, principalmente durante a pandemia. Já foram formados, no âmbito do INFO desde 2017, mais de 80 mestres, mais de 120 doutores, e foram publicados mais de 600 artigos em revistas de circulação internacional.

Foram depositados 16 pedidos de registros desde a primeira fase do INFO. Estes números, que são os dados tangíveis, já atingiram as metas previstas e propostas no projeto original. Do ponto de vista de interação com empresas, o INFO, principalmente nas

instituições de São Paulo (UNESP e IPEN) tem forte interação com 13 empresas. Uma dessas empresas é a BioSmart (<https://www.biosmartnano.com>) que atua na área de soluções nanotecnológicas e materiais inteligentes com múltiplas funcionalidades, e outro exemplo é a MicroTube (<http://microtube.com.br>), que trabalha com tecnologia de ponta para o desenvolvimento de fibras ópticas especiais. Dois exemplos de resultados com impacto social desenvolvido no INFO são descritos a seguir.

### Luz Solar para o Tratamento de Esgoto

O grupo de pesquisa da UNESP-Araraquara, liderado pelo Professor Sidney Ribeiro, desenvolveu um sistema para tratamento de esgoto com luz solar, utilizando fibras ópticas e coletores solares especiais para viabilizar o uso da luz solar de forma efetiva. O trabalho foi realizado em colaboração com a Universidade de Laval, Canadá, no âmbito das colaborações internacionais do INFO. A figura 2 mostra o sistema de coleção de luz solar (esquerda) e o sistema interno mostrando a saída da fibra óptica especial. O projeto teve destaque na mídia, onde mais detalhes do sistema podem ser apreciados [6].



Figura 2 – Sistema de Luz Solar para Tratamento de Esgoto – INFO/UNESP-Araraquara, SP.

## Diagnóstico da Doença Periodontal através de imagem com Tomografia por Coerência Óptica

O segundo exemplo com impacto social foi desenvolvido no Laboratório de Fotônica e Biofotônica do Departamento de Física da UFPE, liderado pelo autor deste texto, em colaboração com o grupo emergente da ASCES-UNITA, em Caruaru, liderado pela Profa. Claudia Mota. A doença periodontal é uma das doenças mais prevalentes na cavidade bucal, e o diagnóstico é feito de forma visual ou tátil, utilizando um instrumento mecânico (sonda manual), que é um diagnóstico invasivo e dependente da experiência do dentista.

Em uma série de três artigos científicos, o grupo da UFPE/ASCES-UNITA demonstrou, inclusive com resultados obtidos em clínica odontológica do setor público, que o uso da tomografia por coerência óptica (OCT), uma técnica de imagem não invasiva e de alta resolução espacial, podendo medir dimensões milimétricas e com resolução espacial da ordem de 15 $\mu$ m, é uma técnica bastante viável. Desta forma, foi

possível estudar a região da interface gengiva-dente, onde ocorre a doença periodontal, de forma precisa e indolor. A figura 3 mostra um registro fotográfico de avaliação periodontal em paciente usando a técnica de OCT. Os resultados tiveram ampla divulgação internacional, tendo sido capa da revista *Journal of Biophotonics*, no qual o último dos três artigos foi publicado [7].



Figura 3 – Registro fotográfico de avaliação periodontal em paciente usando a técnica de OCT realizado em clínica na ASCES-UNITA, 2018.

## A Fotônica em Pernambuco: avanços e desafios

Pernambuco abriga um importante conjunto de centros de pesquisa e desenvolvimento em diversas áreas do conhecimento, com destaque para Ciências da Computação, Engenharia de Produção, Farmácia, Física, Química, entre outras. Não por acaso, em todos estes temas as instituições de Pernambuco são sede de INCTs. Entre as áreas de destaque nacional e internacional, a Física, e em particular a Óptica e Fotônica em Pernambuco têm demonstrado um alto grau de maturidade científica, liderando e obtendo recursos captados em projetos nacionais – como o INFO - e internacionais. Esta liderança foi recentemente mais uma vez reconhecida e dá um grande passo para sua consolidação, com a aprovação do Laboratório FotonNetUFPE como um dos laboratórios do SISFOTON, Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica, do MCTI. O FotonNetUFPE é uma rede de laboratórios multiusuários em fotônica, que deverá ser expandi-

do para incluir instituições externas à UFPE (o edital exigia um único laboratório por instituição). Uma das ações importantes do FotonNetUFPE será capitanear a indústria local e nacional para utilizar no mínimo 30% da capacidade laboratorial da rede FotonNetUFPE.

Um importante desafio para a fotônica em Pernambuco está em “sair dos laboratórios de P&D” e atuar em conjunto com a indústria. Este é um desafio de mão dupla, pois a indústria deve também ser coadjuvante e buscar este potencial de competência humana e laboratorial. A figura 4 mostra a abrangência geográfica da fotônica em Pernambuco, indicando os principais atores. Na lista, indicada na figura 4, estão as áreas industriais e instituições tecnológicas onde a fotônica pode ter um grande impacto e, em alguns casos, já é utilizada.



## Pernambuco's Age of light? Can photonics power our growth and innovation?

### Photonics in Pernambuco



- Glass industry
- Pharmaceutical
- Medical care
- Car industry
- Naval industry
- ITEP
- PARQTEL
- PORTO DIGITAL
- PEOPLE
- **And more!!!!!!**

Figura 4 – Mapa da Fotônica em Pernambuco, mostrando as principais instituições com projetos de P&D em fotônica e áreas de interface com a indústria.

Concluindo, tem sido disseminado por diversas instituições que o séc. XX foi o século da eletrônica, e o séc. XXI está sendo reconhecido como o século da fotônica. Ou, colocado de outra forma, a fotônica é a eletrônica do séc. XXI. A Europa é exemplo e está explorando a “era da luz” e destacando o papel da fotônica no crescimento econômico e na inovação. Nosso desafio é implementar a “era da luz” em Pernambuco, e explorar a fotônica para promover o bem-estar social, crescimento econômico e inovação.

### Referências:

- [1] [https://www.jsap.or.jp/docs/academicroadmap2013/JSAP\\_ARM-05\\_Photonics.pdf](https://www.jsap.or.jp/docs/academicroadmap2013/JSAP_ARM-05_Photonics.pdf), acessado em 20 de junho de 2020).
- [2] <https://www.photonics21.org/>.
- [3] <https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photronics-downloads/Europes-age-of-light-Photonics-Road-map-C1.pdf>, acessado em 20 de junho de 2021.
- [4] [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Acao-em-C-TI\\_Fotonica\\_20x20cm\\_cor-aprovado.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Acao-em-C-TI_Fotonica_20x20cm_cor-aprovado.pdf)
- [5] <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/03/mcti-publica-duas-portarias-da-iniciativa-brasileira-de-fotonica-e-do-sistema-nacional-de-laboratorios-de-fotonica>
- [6] <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2019/07/02/unesp-de-araraquara-desenvolve-equipamento-que-usa-luz-solar-para-tratamento-de-esgoto.ghtml>
- [7] Journal of Biophotonics, 2019, <https://doi.org/10.1002/jbio.201800209>.