



## NOTA TÉCNICA 2014/NDVJ

Lasers de Alta Intensidade: uma infraestrutura de pesquisa para fontes de luz avançadas e um instrumento para a Fusão Nuclear

### I. DO OBJETIVO

1. Apresentar a situação de lasers de alta intensidade no mundo e as perspectivas de uma inserção brasileira nesta atuação.

### II. DOS FATOS

2. O Brasil tem grupos com forte atuação em lasers situados nas regiões nordeste, sudeste e sul do país; na USP, UNICAMP, UFPE e UFSC, e IPEN/CNEN-SP e IEAv/CTA;
3. Estas atividades geraram algumas empresas de pequeno porte, de base tecnológica;
4. O Brasil desenvolveu no IPEN-CNEN/SP, o laser mais intenso do hemisfério sul (1/2 TW de potência pico);
5. Por uma iniciativa da FAPESP, um representante do Brasil participou de um workshop sobre Lasers de Alta intensidade, em janeiro de 2001, num processo que vinha sendo discutido pelo **Fórum Global de Ciência** (FGC)<sup>1</sup>, da OECD, desde 2000 (<http://www.icuil.org/about-icuil/history.html#detail>);
6. Neste workshop decidiu-se pela criação de um comitê internacional neste tema, o ICUIL-*International Committe on Ultra-High Intensity Lasers* ([www.icuil.org](http://www.icuil.org));
7. Com o apoio do FGC houve um crescimento mundial acentuado da instalação de sistemas laser de alta intensidade, atingindo quase uma centena em 2014.
8. A Comunidade Europeia tomou a decisão de apoiar, através do ESFRI ([http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index\\_en.cfm?pg=esfri-roadmap](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri-roadmap)), a implementação de uma infraestrutura europeia de lasers de alta intensidade ELI - *Extreme Light Infrastructure* – <http://www.eli-beams.eu/>;
9. O ELI é um consórcio de lasers de altíssima potência, com três grandes instalações, uma devotada a aceleradores de partículas (Checoslováquia), outra para a geração de pulsos com duração de atossegundos (Hungria), e a terceira, voltada para física nuclear (Romênia). Uma quarta infraestrutura está em planejamento, com maior potência;
10. Uma aplicação importante de lasers de alta intensidade é a Fusão Nuclear por Confinamento Inercial;
11. Em fevereiro de 2014 a revista Nature<sup>[1]</sup> publicou um artigo sobre fusão nuclear induzida por Laser, reportando pela primeira vez um ganho em energia. Este resultado traz novo alento para este programa;
12. Em agosto de 2014, uma comitiva de quatro cientistas brasileiros, incluindo 2 do IPEN-CNEN/SP, realizou uma visita ao *National Ignition Facility* (NIF – <https://lasers.llnl.gov>), parte do *Lawrence Livermore National Laboratory*, LLNL, que compreende o programa de fusão por laser, onde foi obtido o ganho de energia reportado pela Nature;
13. Adicionalmente, os dois pesquisadores do IPEN-CNEN/SP visitaram vários outros laboratórios e universidades americanos envolvidos com lasers de alta intensidade: Stanford University, em Palo Alto, CA; University of Colorado Boulder, em Boulder, CO; Colorado State University, em Fort Collins, CO; *Laboratory of Laser Energetics*, em Rochester, NY, e MIT em Boston, MA. O foco de nossas visitas foi contatar os cientistas e

---

<sup>1</sup> Especificamente, o FGC serve os seus membros na formulação e implementação de suas políticas científicas por: 1) explorar ou aprimorar novas oportunidades de cooperação internacional em áreas científicas selecionadas; 2) definir roteiros internacionais para as decisões de política científica nacionais ou regionais vitais; e 3) influir nas questões científicas de interesse global.



seus laboratórios atuando em lasers de alta intensidade e pulsos ultracurtos, direta ou indiretamente ligados ao programa de fusão americano;

14. Estão em desenvolvimento novas técnicas geração de luz em frequência e intensidades que permitiram novas investigações científicas<sup>[2, 3]</sup>.

### III. DA ANÁLISE

15. Há uma intensa atividade mundial, organizada, na área de lasers de alta intensidade com consequente proliferação de instalações de lasers de alta intensidade. Destaca-se a Ásia e mais recentemente a Europa, que está assumindo a liderança destes processos;
16. Na área de aplicações, a disponibilidade de lasers de alta intensidade e curtíssima duração temporal vem viabilizando o rápido processamento de materiais com precisão compatível com a miniaturização - nanotecnologia - de componentes;
17. Altas intensidades implicam em campos eletromagnéticos intensos, potencializando novas aplicações de campos extremos;
18. O estabelecimento do ELI (item II.8) resultará em aplicações como: 1) uso de lasers como aceleradores de partículas compactos, com potencial impacto na área médica; 2) a geração de pulsos de attossegundos e de raios X capazes de investigar fenômenos ultrarrápidos em átomos, moléculas e sólidos, com potencial impacto em propriedades de transporte de materiais<sup>[4]</sup>, e 3) utilização de lasers de altas intensidades em física nuclear<sup>[5]</sup>;
19. Portanto, o conhecimento e o uso da ciência envolvida em lasers e suas aplicações passam a incorporar os desafios científicos e tecnológicos do século XXI.
20. Além destes aspectos de investigação fundamental, os resultados positivos do programa de fusão a laser colocam um novo desafio para a comunidade científica, pois a sua realização resultará em fontes de energia abundante e com mínimo impacto ambiental, sendo uma das possíveis soluções para a humanidade;
21. Para o Brasil isto significará mudar o combustível nuclear e abandonar suas reservas de urânio;
22. Não há no Brasil base tecnológica e industrial capaz de sustentar a infraestrutura necessária para um empreendimento de alta tecnologia, como um laser de alta intensidade;
23. Poucos estudantes brasileiros estão atuando no exterior nestes programas, e assim não há um encontro da comunidade brasileira com a comunidade internacional nestes problemas;
24. Esta exclusão se torna ainda mais crítica na área de fusão por laser, dados os recentes avanços obtidos pelo programa americano;
25. Esta exclusão impacta também na inexistência de profissionais na área que possam educar os estudantes e profissionais de amanhã para um futuro envolvendo a ciência e tecnologia de lasers de alta intensidade;
26. Apesar do evidente atraso existente na implementação de uma política para esta área, o Brasil ainda dispõe de tempo para sua adequação a esta realidade.

### IV. DO FUNDAMENTO LEGAL

27. O Ministério de Minas e Energia, MME, criado pela **LEI No 8.422, DE 13 DE MAIO DE 1992**, tem no seu Art. 6º - Os assuntos que constituem área de competência de cada ministério criado por esta lei são os seguintes:
  - I - Ministério de Minas e Energia:
    - a. geologia, recursos minerais e energéticos;
    - b. regime hidrológico e fonte de energia hidráulica;
    - c. mineração e metalurgia;
    - d. indústria do petróleo e de energia elétrica, inclusive nuclear;
28. DECRETO Nº 5.886, DE 6 DE SETEMBRO DE 2006. Art. 1º O Ministério da Ciência e Tecnologia, órgão da administração direta, tem como área de competência os seguintes assuntos:



- I. política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação;
- II. planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades da ciência e tecnologia;
- III. política de desenvolvimento de informática e automação;
- IV. política nacional de biossegurança;
- V. política espacial;
- VI. política nuclear; e
- VII. controle da exportação de bens e serviços sensíveis.

Portanto cabe ao MCTI, particularmente nos incisos I, II e VI implementar a política na área e ao MME, no inciso VI, tratar da área de aplicações de lasers em fusão nuclear.

## V. DA CONCLUSÃO

29. A atividade mundial de pesquisa básica e aplicada no uso dos lasers de alta intensidade vem crescendo exponencialmente há três décadas, com fortes cooperações internacionais.
30. O recente resultado do programa de fusão por laser acrescenta novas componentes tecnológicas com grande potencial de impacto nas economias dos países e na qualidade de vida de seus cidadãos.
31. O Brasil está participando **marginalmente** desta evolução.
32. Em decorrência desta participação incipiente não haverá profissionais e professores para educar as próximas gerações nestas atividades, e muito menos para atividades industriais.
33. Assim, salvo uma mudança neste rumo, o Brasil estará excluído dos avanços científicos e tecnológicos resultantes da intensa atividade científica atual nesta área.

## VI. DA RECOMENDAÇÃO

34. O Brasil precisa participar das ações de investigações fundamental e aplicada na área de lasers de alta intensidade;
35. Um primeiro passo seria cooperar em ações multinacionais, como o ELI na Europa;
36. Outra ação propositiva nesta mesma direção seria a participação no programa de fusão inercial americano ou programas similares;
37. Um segundo passo seria a construção de um **caso científico** e sua plena discussão com a comunidade científica e tecnológica;
38. Definir, em médio prazo, qual o sistema mais adequado para o nosso estágio de desenvolvimento científico e tecnológico e instalá-lo, contando inclusive com a participação internacional, a exemplo do que ocorre no sincrotron Sirius, do LNLS.

Nilson Dias Vieira Junior  
Pesquisador Titular

## VII. REFERÊNCIAS

1. O. A. Hurricane, et al., "Fuel gain exceeding unity in an inertially confined fusion implosion," *Nature* **506**, 343-348 (2014).
2. I. V. Pogorelsky, et al., "Femtosecond laser synchrotron sources based on Compton scattering in plasma channels," *Nucl. Instr. and Meth. A* **455**, 176-180 (2000).
3. A. Sell and F. X. Kärtner, "Attosecond electron bunches accelerated and compressed by radially polarized laser pulses and soft-x-ray pulses from optical undulators," *Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **47**, 7 (2014).
4. F. Krausz, "Attosecond physics," *Reviews of Modern Physics* **81**, 163-234 (2009).
5. K. W. D. Ledingham, et al., "High power laser production of short-lived isotopes for positron emission tomography," *J. Phys. D: Appl. Phys.* **37**, 2341-2345 (2004).