

Foto: Wikimedia Commons

Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil

Estudos incluem catalisadores, células solares, ímãs e lasers; terras raras são abundantes no País, mas custo tecnológico da separação de minérios é obstáculo para produção nacional

Por **Júlio Bernardes**

Arte: Rebeca Alencar/Jornal da USP

 19/11/2021 – Publicado há 4 anos  Atualizado: 14/01/2022 às 10:49

(<https://www.facebook.com/sharer/sharer.php?u=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil/>)

versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F)

(<http://twitter.com/intent/tweet?>

[via=usonline&text=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisa-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad](https://usonline&text=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisa-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad)

(<https://api.whatsapp.com/send?>

[text=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad](https://api.whatsapp.com/send?text=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad)

(<https://www.linkedin.com/sharing/share-offsite/?>

[url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F\)](https://www.linkedin.com/sharing/share-offsite/?url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F)

(<https://telegram.me/share/url?url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F&text=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad>

 ([https://mail.google.com/mail/?](https://mail.google.com/mail/?ui=2&view=cm&fs=1&tf=1&su=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad)

[ui=2&view=cm&fs=1&tf=1&su=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad](https://mail.google.com/mail/?ui=2&view=cm&fs=1&tf=1&su=Valiosas%20e%20vers%C3%A1teis%3A%20pesquisas%20com%20t&e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cad)

(<https://jornal.usp.br/ciencias/valiosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil/>)

([http://www.printfriendly.com/print?](http://www.printfriendly.com/print?url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F&partner=a2a)

[url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F&partner=a2a\)](http://www.printfriendly.com/print?url=https%3A%2F%2Fjornal.usp.br%2Fciencias%2Fvaliosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil%2F&partner=a2a)

As terras raras são um conjunto de elementos químicos, normalmente encontrados na natureza misturados a minérios, de difícil extração – daí o nome –, mas com características peculiares, como magnetismo intenso e absorção e emissão de luz. Essas propriedades especiais fazem com que sejam usadas numa infinidade de aplicações tecnológicas, como lâmpadas de LED, lasers, superímãs presentes nos discos rígidos de computadores e motores de carros elétricos, e na separação de componentes do petróleo. Atualmente, o Brasil tem a segunda maior reserva mundial conhecida de terras raras, porém essa riqueza não é explorada, devido ao custo da tecnologia de extração e separação, o que obriga o País a importar esses elementos para usar como matéria-prima nas indústrias, principalmente da China, maior produtor do mundo.

Na USP, grupos de pesquisa realizam estudos com terras raras, obtendo resultados promissores, como um método de separação não poluente, baseado em nanotecnologia, além de aplicações em iluminação, lasers, produção de aço, células solares, filtros de raios ultravioleta e catalisadores automotivos. A Universidade também coordena um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) (<https://inct-terras-raras.prp.usp.br/in%C3%ADcio>) voltando ao domínio de todas as etapas da cadeia produtiva da fabricação dos superímãs de terras raras, da mina ao ímã, e no momento colabora com a instalação de uma fábrica de ímãs em Minas Gerais.

As maiores reservas mundiais comprovadas de terras raras estão na China, com 44 milhões de toneladas. O Brasil vem logo a seguir, com 22 milhões, mesma quantidade do Vietnã, mas à frente da Rússia, com 12 milhões, da Índia, com 6,9 milhões, e da Austrália, com 3,4 milhões, de acordo com dados de 2018 do United States Geological Service (USGS).

“No Brasil, as terras raras são encontradas nas areias monazíticas do litoral e principalmente em jazidas próximas a vulcões extintos, como nas cidades de Araxá e Poços de Caldas, em Minas Gerais, e Catalão, em Goiás, e também em Pitinga, no Amazonas. É provável que as reservas brasileiras sejam muito maiores do que está comprovado atualmente, em especial na Amazônia”, relata ao **Jornal da USP** o professor Fernando Landgraf, da Escola Politécnica (Poli) da USP. “No entanto, na cadeia produtiva das terras raras, o Brasil tem o minério, tem o consumo final, pois importa superímãs para geradores eólicos e motores elétricos, mas não domina as etapas intermediárias do processo, ou seja, a separação dos elementos e a fabricação de superímãs.”



Fernando José Gomes Landgraf – Foto:
Cecília Bastos



Henrique Toma – Foto: Cecília Bastos

O professor Henrique Elsi Toma, do Instituto de Química (IQ) da USP, relata que o Brasil chegou a ter protagonismo no campo, ao desenvolver a tecnologia de separação e purificação. “A primeira jazida foi descoberta em 1886, na praia de Cumuruxatiba, na Bahia, e em 1915 o Brasil era o maior fornecedor mundial de monazita, um mineral extraído da areia que contém terras raras, e na época era usado para produzir mantas incandescentes, que permitem aos lâmpados de gás emitirem luz branca.” Em 1946, o químico Pawell Krumholz, que depois se tornou professor da USP, criou a técnica de separação das terras raras da monazita e a aplicou na empresa Orquima, que tinha fundado cinco anos antes. “Em 1957, foi criada uma linha de pesquisa sobre química de terras raras na USP, coordenada pelo professor Ernesto Giesbrecht”, relata.

Na década de 1950, o foco da exploração de monazita passou a ser a extração de tório e urânio, usados na produção de energia nuclear. “O Brasil dominava a tecnologia de extração de terras raras, mas elas tinham poucas aplicações tecnológicas significativas. A situação mudou com o surgimento da televisão em cores, no final dessa década, quando as telas passaram a ser pintadas com európio para produzir as imagens coloridas. Posteriormente, as principais aplicações das terras raras passaram a ser em ímãs de alta potência e em lasers, com uso do neodímio extraído da monazita, mas aí o Brasil já havia perdido espaço no mercado mundial”, explica Toma. “Em 1962, a Usina Santo Amaro (USAM), pertencente à Orquima, foi estatizada, passando a se chamar Nuclemon em 1975 e, em 1994, Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Em 2004, o País deixou de produzir terras raras e, em 2012, foram interrompidas as exportações de monazita para a China, que passou a monopolizar o mercado mundial com sua produção interna. Embora o Brasil seja considerado um ‘país mineral’ pela abundância das jazidas, o foco é a exportação de minério bruto, especialmente de ferro, que não exige tecnologias sofisticadas ou muito custosas de extração.”

De acordo com Fernando Landgraf, o mercado mundial de terras raras é relativamente pequeno em termos financeiros, movimentando cerca de 5 bilhões de dólares por ano, mas a sua importância estratégica é enorme. “Por exemplo, os ímãs de terras raras são indispensáveis para os carros elétricos. A China investiu em toda a cadeia produtiva das terras raras, começando pela extração, passando pela separação, produção de ímãs e por fim a produção de carros elétricos. É evidente que ela vai querer vender o carro, não o ímã”, afirma. “Hoje, no Brasil, não há ninguém que faça a extração do concentrado de terras raras separado de outros elementos, logo, elas não são comercializadas. O custo de obtenção não é compensador frente ao produto importado. Há planos para que a Mineração Serra Verde, em Minaçu, no Estado de Goiás, comece a produzir e exportar o concentrado, mas só a partir do ano que vem.” Os dados do USGS indicam que a China é o maior produtor mundial de terras raras, com 120 mil toneladas extraídas em 2018, seguida pela Austrália, com 20 mil toneladas, e Estados Unidos, com 15 mil.



Locais de maior incidência do extrativismo de terras raras –
Foto: Reprodução

Dificuldade na produção de terras raras está na extração e separação

Terras raras são um conjunto de elementos químicos abundantes na natureza, mas encontrados dispersos em minérios, e com propriedades químicas muito semelhantes, dois fatores que dificultam sua extração, separação e também a criação de uma cadeia produtiva, como acontece no Brasil

As terras raras são consideradas estratégicas por suas propriedades, como magnetismo e absorção e emissão de luz, que possuem diversas aplicações tecnológicas, por exemplo:

Cério

Lâmpadas de LED



Cério, Disprósio, Ítrio e Lantânio

Veículos automotores



Cério, Európio e Ítrio

Diodo Emissor de Luz (LED)



Európio e Cério

Telas e monitores



Európio, Cério, Disprósio, Ítrio e Lantânio

Aeronaves



Ítérbio e Lantânio

Ligas de aço



Lantânio

Painéis Solares e lentes



Lutécio, Cério, Escândio, Lantânio e Neodímio

Separação de Componentes do Petróleo



Neodímio

Ímãs de Discos Rígidos de Computadores e Carros Elétricos; Dispositivos Laser



Neodímio, Cério e Lantânio

Catalisadores Automotivos



Neodímio e Disprósio

Turbinas eólicas



Túlio

Dispositivos de Raio-X



Um telefone celular contém vários tipos de terras raras em seus componentes:

Alto falante

Gadolínio, Neodímio e Praseodímio



Tela

Európio, Gadolínio, Ítrio e Térbio



Câmera

Ítrio e Lantânio



Circuitos Eletrônicos

Disprósio e Neodímio



Bateria

Lantânio e Praseodímio



Vibração

Neodímio



Fonte: Professor Henrique Elsi Toma

Arte por Rebeca Alencar com imagens de Flaticon

Extração e cadeia produtiva

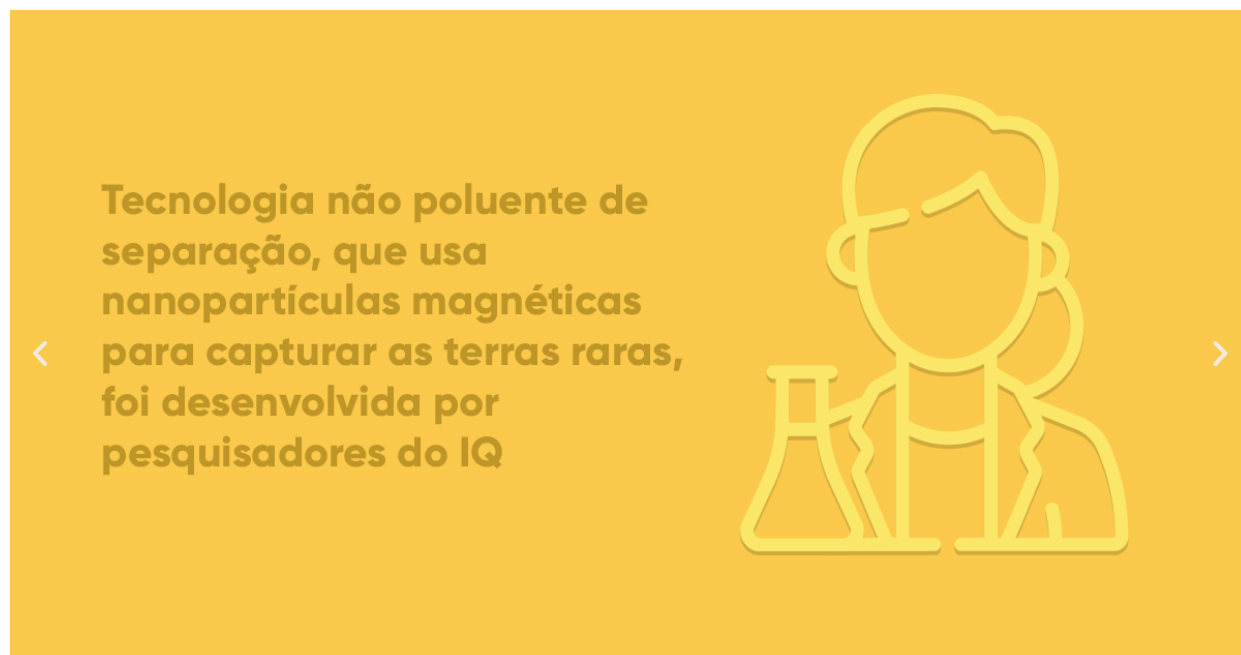
No IQ, o grupo de pesquisa do professor Henrique Toma, especializado em nanotecnologia, desenvolveu uma técnica chamada de hidrometalurgia magnética para a separação de terras raras, simplificando e barateando o processo. “O método usa nanopartículas magnéticas modificadas com um agente químico que captura as terras raras que estão misturadas ao minério, colocado em um pequeno reator. Depois das nanopartículas serem resgatadas com um ímã de neodímio, sua acidez é modificada, liberando as terras raras”, descreve. “No processo tradicional, feito em reatores gigantescos, essa separação requer milhares de litros de solvente, que só podem ser usados uma única vez e poluem o ambiente. Com as nanopartículas, assim que as terras raras são separadas, elas podem voltar a ser usadas.”

Segundo Toma, o processo é automatizado, não poluente, facilita a separação de elementos químicos distintos e pode ser utilizado na recuperação de terras raras em lixo eletrônico. “Para limpar o meio ambiente, o ideal não é explorar, mas apenas reciclar os minérios, como acontece com as latinhas de alumínio. Por exemplo, calcula-se que um carro elétrico possua um quilo de neodímio. Quando o veículo virar sucata, se não for reciclado, o neodímio se transforma em poluente. Por essa razão é fundamental o desenvolvimento de técnicas avançadas que permitam fazer a reciclagem no futuro”, ressalta. “Esta ainda é uma técnica nova, que vem rendendo publicações e trabalhos científicos, mas que para chegar ao mercado precisa de apoio – a pesquisa quase parou por falta de recursos. O Brasil tem terras raras e tecnologia, poderia avançar bastante, porém as empresas não têm tradição de desenvolvimento tecnológico, quase tudo é importado”, diz. A

pesquisa teve apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e um dos artigos que descrevem a técnica de hidrometalurgia magnética foi publicado em 2019, na revista científica *Hidrometallurgy*, e pode ser acessado neste link (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304386X19304372?via%3Dihub>).

Resultados promissores em extração e aplicações das terras raras

Trabalhos recentes de pesquisadores da USP sobre o tema estratégico para a economia brasileira



Arte por Rebeca Alencar com imagens de Flaticon

Juntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), a USP coordena o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Processamento e Aplicações de Ímãs de Terras-Raras para Indústria de Alta Tecnologia (<https://inct-terras-raras.prp.usp.br/in%C3%ADcio>) (INCT Patria), que tem colaborado com a instalação de uma fábrica-laboratório de ímãs de terras raras em Minas Gerais, a LabFabITR. A fábrica, uma iniciativa da Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (Codemge), será instalada no município de Lagoa Santa, na Grande Belo Horizonte, a partir do projeto elaborado por um grupo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

“As duas primeiras etapas do processo, a concentração e separação das terras raras para obter o óxido de neodímio usado nos ímãs, foram coordenadas pelo Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), do governo federal, com a colaboração da Poli e da mineradora CDMM, que fornece as terras raras usadas no projeto”, descreve Landgraf. “Pesquisadores do IPT e da Poli conduziram as etapas seguintes, a transformação do óxido de neodímio em neodímio metálico, usado na produção de uma liga metálica com boro e ferro. Esses elementos são fundidos e passam por um processo de solidificação controlada, do qual são obtidas tiras muito finas, para melhor controle da estrutura da liga. As tiras são moídas e o pó resultante serve para fabricar o ímã.”

O IPT também colaborou com estudos de proteção do ímã contra corrosão. Os equipamentos da fábrica já foram adquiridos e as instalações devem começar a produzir em abril do ano que vem. “Com o LabFabITR será formada uma cadeia produtiva desde a extração do neodímio até a fabricação de ímãs para empresas que produzem motores e geradores elétricos”, observa o professor da Poli. “A ideia é que, em dez anos, a fábrica faça 100 toneladas de ímãs por ano. Esse número é inferior à demanda do mercado brasileiro, que é de 2.000 toneladas anuais, mas há a expectativa de que, quando a produção estiver consolidada, empresas entrem no projeto, permitindo aumentar a quantidade de ímãs produzidos”. As pesquisas do INCT Patria envolvendo o LabFabITR têm apoio da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Uma luz, várias aplicações

Também no IQ, o grupo coordenado pelo professor Hermi Felinto de Brito pesquisa materiais luminescentes conversores de luz, contendo terras raras, que atuam tanto como emissores de luz eficientes, quanto podem ser aplicados como marcadores ópticos. “As terras raras vêm sendo empregadas como conversores de luz em lasers, displays, lâmpadas fluorescentes, LEDs e OLEDs”, conta o professor. “Nós desenvolvemos novos materiais luminescentes como centros emissores, cujas aplicações têm crescido significativamente nos últimos anos, em estudos avançados de fotônica, dispositivos optoeletrônicos, marcadores biológicos fluorescentes, dispositivos emissores de luz branca, pigmentos

multicolores e filmes transparentes emissores. Estes elementos possuem grande importância na área da biomedicina, por exemplo. Alguns testes de sangue utilizam o fenômeno da luminescência de complexos de európio como marcador de doenças, como é o caso do PSA, que detecta câncer de próstata”, conta o professor ao **Jornal da USP**.

Brito exemplifica a atividade dos pesquisadores do grupo, descrita em artigos publicados em revistas científicas internacionais, como o *Journal of Material Chemistry* (<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/tc/c3tc31995d>) e a *ACS Applied Material & Interfaces* (<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/tc/c3tc31995d>), com o desenvolvimento recente de compostos de terras raras que atuam como marcadores ópticos em documentos, como RG, passaporte, diploma, carteira de habilitação e selos, bem como em cédulas de dinheiro. “O objetivo principal desses marcadores é comprovar a autenticidade por meio da luminescência do material”, destaca. O professor lembra que o Brasil sempre contribuiu com a pesquisa de terras raras no mundo, dominando o processo de separação e até exportando óxido de európio puro na metade do século passado. “Porém, nas décadas de 1970 e 1980, o Brasil já tinha perdido a competitividade no mercado. Hoje, apesar do País ter enormes reservas de terras raras, um dos maiores gargalos da produção é a necessidade de novas tecnologias de separação desses elementos, porque as terras raras apresentam propriedades químicas semelhantes, dificultando a sua produção em grande escala e com alta pureza.” A pesquisa sobre marcadores ópticos conta com a colaboração do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, das Universidades Federais de Pernambuco (UFPE) e Paraíba (UFPB) e do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), além do apoio financeiro da Capes, CNPq e Fapesp.



Osvaldo Antonio Serra – Foto: Arquivo pessoal

“Nosso grupo desenvolve atualmente pesquisas em catálise de fuligem automotiva, fotocatálise para decomposição de antibióticos e poluentes em água, recuperação de terras raras de lâmpadas e catalisadores exauridos, e polímeros inorgânicos para termômetros de faixa fisiológica”, relata o professor Osvaldo Antônio Serra, coordenador do Laboratório de Terras Raras da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP). “Nós usamos diversas terras raras, como cério em catálise, európio e térbio para luminescência, neodímio e itérbio para termometria. Existem algumas empresas no Brasil que fazem mineração de terras raras, em Minas Gerais e Goiás, mas a quantidade é pequena e os custos de produção são elevados, comparados aos da China. Além disso, há o problema ambiental, que surge na abertura do minério com ácidos e bases concentrados; alguns deles podem conter elementos radioativos, como tório e urânio, dificultando ainda mais a mineração.”

Recentemente, os pesquisadores da FFCLRP conseguiram desenvolver um método que emprega materiais luminescentes para detecção de resíduos de arma de fogo, em colaboração com o professor Marcelo Firmino de Oliveira, da área de Química Forense do Departamento de Química da FFCLRP. “Nosso grupo também trabalha há 15 anos com desenvolvimento de protetores solares à base de terras raras, especificamente com cério. Temos uma patente licenciada e vários artigos científicos sobre o tema”, observa Serra. “Em novas colaborações com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), iniciamos os testes de toxicidade em pele. Espera-se que no futuro essa formulação possa estar nos protetores solares disponíveis no mercado.”

A emissão de luz por meio das terras raras é também pesquisada pelo grupo do professor Euclides Marega Junior, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP. Os elementos mais estudados são o érbio, o itérbio e o túlio, que emitem luzes de cores distintas. “Muitas vezes, a presença das terras raras no dia a dia nem é notada. Sabe qual é a semelhança entre um lampião de gás e uma lâmpada de LED?”, questiona o professor. “Eles não produzem luz branca, somente azul. No lampião, uma manta incandescente recebe a luz azul e a transforma em branca, na verdade uma junção de luzes das três cores básicas, azul, verde e vermelho, emitidas pelas terras raras. A lâmpada de LED é recoberta por uma camada de óxido de cério, uma terra rara, com a mesma função de emitir luz branca.”

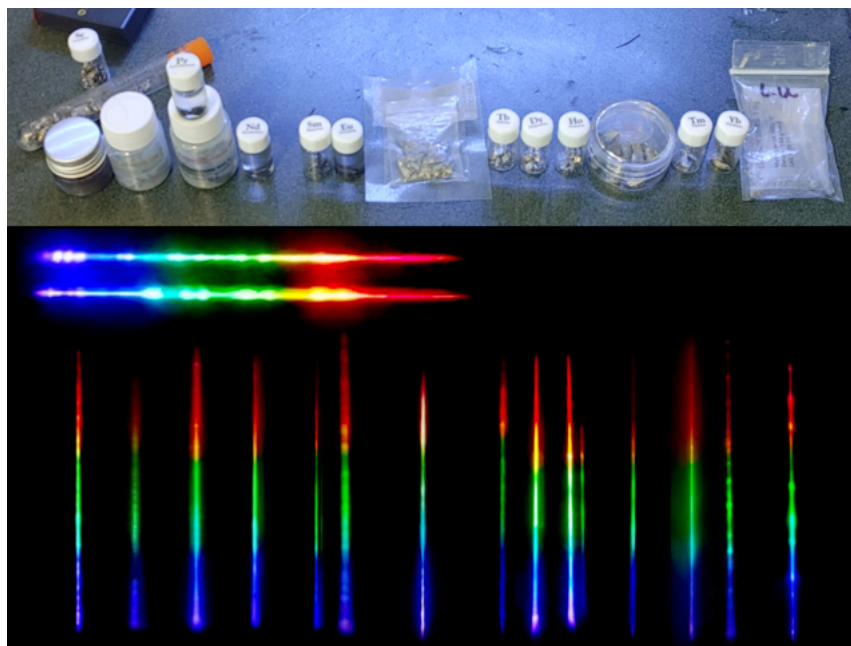


Euclides Marega Jr. – Foto: Divulgação/UFRN

Usando uma combinação de érbio, térbio e túlio, os pesquisadores do IFSC criaram um LED que produz luz branca. “Esse LED emite uma luz infravermelha, que não é visível. As terras raras fazem parte de um mecanismo de conversão dentro do LED, elas absorvem o infravermelho e o transformam em uma luz visível. Cada material emite luz de uma cor básica diferente, e como estão juntos, formam a luz branca”. Marega Júnior aponta que, sem terras raras, seria impossível ter fontes de iluminação de baixo consumo. “Uma lâmpada de LED consome 90% menos energia que as lâmpadas incandescentes, isso demonstra a importância das terras raras. O grande desafio do Brasil é purificar terras raras em larga escala, mas não há uma política de incentivo à indústria, tudo é comprado pronto; se há um problema na importação, as fábricas param.”

Lasers, células solares, aço, catalisadores

Além dos ímãs, o neodímio é empregado na produção de dispositivos laser por permitir emissões de luz com maior qualidade e pureza de cor. “A maioria dos lasers emite um feixe de luz em apenas uma direção, mas hoje se estuda uma nova classe, a dos lasers aleatórios, em que a luz se propaga em várias direções, e que podem, por exemplo, aumentar o poder de iluminação de lâmpadas ou a eficiência de tratamentos de câncer, ao atingir vários pontos do tecido doente”, afirma o tecnólogo Josivanir Gomes Câmara, formado pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (Fatec), que pesquisou materiais espalhadores de luz para lasers aleatórios na Poli. “O neodímio é misturado a um vidro feito com óxidos de telúrio e zinco, um material simples de fazer e de grande solubilidade, o que possibilita aumentar a quantidade de terras raras na mistura, tornando o laser mais eficiente.” As conclusões da pesquisa, apresentadas em dissertação de mestrado defendida na Poli em 16 de dezembro do ano passado, também estão reunidas em artigo (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022231321000521>) publicado no *Journal of Luminescence*, no último mês de maio. O trabalho teve auxílio do CNPq e do INCT Instituto Nacional de Fotônica (INFO), do qual a Fatec também faz parte. Câmara pretende prosseguir os estudos no doutorado, aplicando a tecnologia em dispositivos de microeletrônica.



Elementos das terras raras e seus espectros – Foto: Wikimedia Commons

As propriedades de emissão de luz das terras raras também são pesquisadas para aplicação em células solares, ou dispositivos fotovoltaicos, que convertem luz solar em energia elétrica, em um estudo realizado no Ipen, que atua na pós-graduação em parceria com a USP. “O objetivo é desenvolver e modificar materiais com luminescência persistente, isto é, onde ocorre emissão de minutos até horas após cessada a excitação da fonte de luz, com emissão visível, especificamente na região verde, análoga ao máximo de emissão do espectro solar, usando ainda a faixa ultravioleta (UV) para conversão de energia”, relata Leonardo Francisco, pesquisador responsável pelo trabalho. “O material usado é uma matriz de aluminato de estrôncio combinada com európio e disprósio, duas terras raras. O európio emite luz na região do verde e aumenta a absorção de luz UV, ao mesmo tempo em que o disprósio atua como ‘armadilha’ para o armazenamento de energia no material, o que origina a luminescência persistente.” De acordo com o pesquisador, o material já é fabricado em grande escala, porém é necessário produzi-lo em forma de nanopartículas, mais adequadas às dimensões das células solares. A pesquisa, descrita em dissertação (<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-16072021-133606/pt-br.php>) de mestrado orientada por Maria Claudia França da Cunha Felinto, do Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) do Ipen, defendida em 1º de março, é relatada em artigo (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092583882102017X>) do *Journal of Alloys and Compounds*, publicado em 3 de junho. O estudo teve a colaboração do IQ, do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e da UFPE, além do apoio financeiro da Capes, CNPq, Fapesp e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Também no Ipen, o uso de terras raras foi testado em tratamentos superficiais de metais, comumente empregados na indústria para a proteção contra o desgaste, a corrosão e a oxidação. “Foram experimentados ítrio, lantânio, neodímio, samário e gadolínio, na forma de óxidos e nitratos, na boretagem do aço, um processo que endurece a superfície do metal com a adição de boro, realizada em fornos a temperaturas entre 900 e 1000 graus Celsius (°C)”, diz o pesquisador Cesar Roberto Kiral Santaella, autor do trabalho, descrito em tese (<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-16072021-123815/pt-br.php>) de doutorado defendida no Ipen em 16 de junho de 2020, orientada por Marina Fuser Pillis, do Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM) do Ipen. “Misturados aos reagentes do processo, as terras raras aceleraram a difusão do boro, resultando em um aumento da espessura das camadas superficiais formadas, o que abre a

possibilidade para a redução do tempo de tratamento do metal e, consequentemente, do consumo de energia.” A pesquisa teve a colaboração do CQMA, das Universidades Federais do Grande ABC (UFABC) e do Rio Grande do Sul (UFRGS), e do Leibniz Institut, em Bremen (Alemanha).



Viviane de Carvalho Gomes – Foto: Lattes

Outra aplicação das terras raras é em catalisadores automotivos, que filtram o carbono e o material particulado (fuligem) produzidos pelos veículos, reduzindo a emissão de poluentes. Na FFCLRP, um estudo do Laboratório de Terras Raras testou o uso de um filtro de material cerâmico (cordierita), já empregado em escapamentos, impregnado com um composto de terras raras, o óxido de cério (ceria). “Os escapamentos de veículos movidos a diesel e biodiesel eliminam grande quantidade de fuligem, que gera diversos problemas à saúde do ser humano e tem sido alvo de medidas restritivas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) para o ano de 2022”, diz Viviane de Carvalho Gomes, que realizou a pesquisa, com orientação do professor Osvaldo Antonio Serra. “As terras raras promovem a combustão completa do material particulado sob temperatura inferior à da combustão da fuligem. Quando sozinho, o carbono elementar se decompõe a 600°C, e com a presença destes catalisadores esta temperatura caiu para 370°C.” O trabalho, que teve a colaboração do IFSC, da

UFPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Warwick University (Reino Unido), foi apresentado no 1º Congresso Fronteiras da Nanociência e Nanotecnologia: Avanços, realizado por jovens cientistas brasileiros no final de outubro. Atualmente, o grupo da FFCLRP está escrevendo artigo para futura publicação. Viviane comenta que para a técnica chegar ao mercado, é necessária a finalização dos testes em motores estacionários de sistemas a diesel e biodiesel, além da parceria com a iniciativa privada para a elaboração de testes em sistemas móveis a diesel, isto é, veículos que circulam com os combustíveis.”



Política de uso

A reprodução de matérias e fotografias é livre mediante a citação do Jornal da USP e do autor. No caso dos arquivos de áudio, deverão constar dos créditos a Rádio USP e, em sendo explicitados, os autores. Para uso de arquivos de vídeo, esses créditos deverão mencionar a TV USP e, caso estejam explicitados, os autores. Fotos devem ser creditadas como USP Imagens e o nome do fotógrafo.

JORNAL DA USP (<https://jornal.usp.br/>)



Sugestões de reportagens (<https://jornal.usp.br/envie-uma-pauta/>)

Tem sugestões de reportagens ou deseja divulgar sua pesquisa, preencha nosso formulário e aguarde nosso contato (<https://jornal.usp.br/envie-uma-pauta/>)

Fale conosco (<https://jornal.usp.br/fale-conosco/>)

Dúvidas, sugestões, elogios, reclamação, entre em contato conosco. (<https://jornal.usp.br/fale-conosco/>)

Newsletters (<https://jornal.usp.br/newsletter-jornaldausp/>)

Assine as newsletters do Jornal da USP e mantenha-se atualizado sobre as principais novidades da universidade (<https://jornal.usp.br/newsletter-jornaldausp/>)

Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas: *International Standard Serial Number*

ISSN - 2525-6009

Política de uso

A reprodução de matérias e fotografias é livre mediante a citação do Jornal da USP e do autor. No caso dos arquivos de áudio, deverão constar dos créditos a Rádio USP e, em sendo explicitados, os autores. Para uso de arquivos de vídeo, esses créditos deverão mencionar a TV USP e, caso estejam explicitados, os autores. Fotos devem ser creditadas como USP Imagens e o nome do fotógrafo.

Expediente (<https://jornal.usp.br/expediente/>)

PARCERIAS:



(<https://www.estadao.com.br/>)

EDITORIAS

Atualidades
Ciências
Cultura
Diversidade
Educação
Institucional
Tecnologia
Universidade

EDIÇÃO REGIONAL

Ribeirão Preto (<https://jornal.usp.br/home-ribeiraopreto/>)

PODCASTS (<https://jornal.usp.br/podcasts/>)

Alimentação e Sustentabilidade
Ciência do Turismo
Curioso Por Ciência
Desvendando o Oceano
Energia Sustentável
Panorama Paulista
Por Dentro da USP
USP e Educação

ARTIGOS (<https://jornal.usp.br/editorias/artigos/>)

ESPECIAIS (<https://jornal.usp.br/jornal-da-usp-especiais/>)

ARTICULISTAS (<https://jornal.usp.br/editorias/articulistas/>)

Alecsandra Matias de Oliveira
Alexandre Macchione Saes
Aline Martins de Carvalho
Bruno Paes Manso
Carlos Takeshi Hotta
Cicero Romão de Araujo
Cláudia Maria Bogus
Cláudia Souza Passador
Daniel Afonso da Silva
Daniela Osvald Ramos
Danilo Silva Guimarães
Deisy Ventura
Dennis de Oliveira
Elaine Santos
Ênio Alterman Blay
Ester Gammardella Rizzi
Eunice Aparecida de Jesus Prudente
Eva Alterman Blay
Fábio Frezatti
Gabrielle Weber
Gaudêncio Torquato
Gerson Salvador
Gildo Magalhães
Gislene Aparecida dos Santos
Guilherme Ary Plonski

Hamilton Roschel
Heloisa Buarque de Almeida
Hernan Chaimovich Guralnik
Herton Abacherli Escobar
Ildo Luis Sauer
Janice Theodoro da Silva
Jean Paul Metzger
Jean Pierre Chauvin
José de Souza Martins
José Eduardo Campos Faria
José Roberto Castilho Piqueira
Lorena Barberia
Luiz Augusto Milanesi
Luiz Roberto Serrano
Marcelo Caldeira Pedroso
Marcos Buckeridge
Marcos Fava Neves
Maria Luiza Tucci Carneiro
Maria Paula Dallari Bucci
Otaviano Helene
Paola Cantarini
Paulo Feldmann
Pedro Feliú
Pedro Luís Cortes
Rosenilton Silva de Oliveira
Vanderley M. John

REVISTA USP (<https://jornal.usp.br/revistausp/revista-usp-139-edicao-e-politica/>)

TV USP
(<https://www.youtube.com/channel/UCN1ihdoKXeizYi7Hyp4WwQ>)

USP IMAGENS (<https://www.imagens.usp.br/>)

COLONISTAS (<https://jornal.usp.br/radio-usp/colonistas-da-radio-usp-fm/>)

Alberto do Amaral
Alexandre Faisal Cury
André Singer
Bruno Luiz de Souza Bedo
Carlos Eduardo Lins da Silva
Eduardo Rocha
Eunice Prudente
Gilson Schwartz
Giselle Beiguelman
Glauco Arbix
Guilherme Wisnik
João Paulo Becker Lotufo
João Steiner
José Álvaro Moisés
José Carlos Farah
José Eli da Veiga
Luciano Nakabashi
Luli Radfahrer
Marília Fiorillo
Marisa Midori
Martin Grossmann
Mayana Zatz
Nabil Bonduki
Octávio Pontes Neto

Paulo Nussenzeig
Paulo Santiago
Paulo Saldiva
Pedro Dallari
Raquel Rolnik
Renato Janine Ribeiro
Rubens Barbosa

RÁDIO USP (<https://jornal.usp.br/radio/>)

Sobre a Rádio USP
Programas
Abrace uma Carreira
Além do Algoritmo
Ambiente É o Meio
Autoral Brasil
Biblioteca Sonora
Brasil Latino
Cultura na USP
Construção Musical da Liberdade
De Papo Pro Ar
Diálogos na USP
Diversas
Diversidade em Ciência
É Bom Saber
Em dia com o Direito
História do Rock
Interação
Lado "Z"
Madrugada USP
Manhã com Bach
Memória Musical
Mitologia
Mosaicos Culturais
O Samba Pede Passagem
O Sul em Cima
Olhar Brasileiro
Olhar da cidadania
Os novos cientistas
Outra Frequência
Pesquisa Brasil
Por Dentro da Música
Quilombo Academia
Rádio Matraca
Revoredo
Rock Brazuca
Saúde sem Complicações
Som da USP
Sons do Brasil
Universidade 93,7
Universo das Emissoras Públicas
USP Analisa
USP Especiais
USP Manhã
Via Sampa
Vira e Mexe
Você Sabia?

BOLETINS (<https://jornal.usp.br/podcasts/>)

Alimentação e Sustentabilidade
Ciência do Turismo
Curioso Por Ciência
Desvendando o Oceano

Energia Sustentável

Panorama Paulista

Por Dentro da USP

USP e Educação