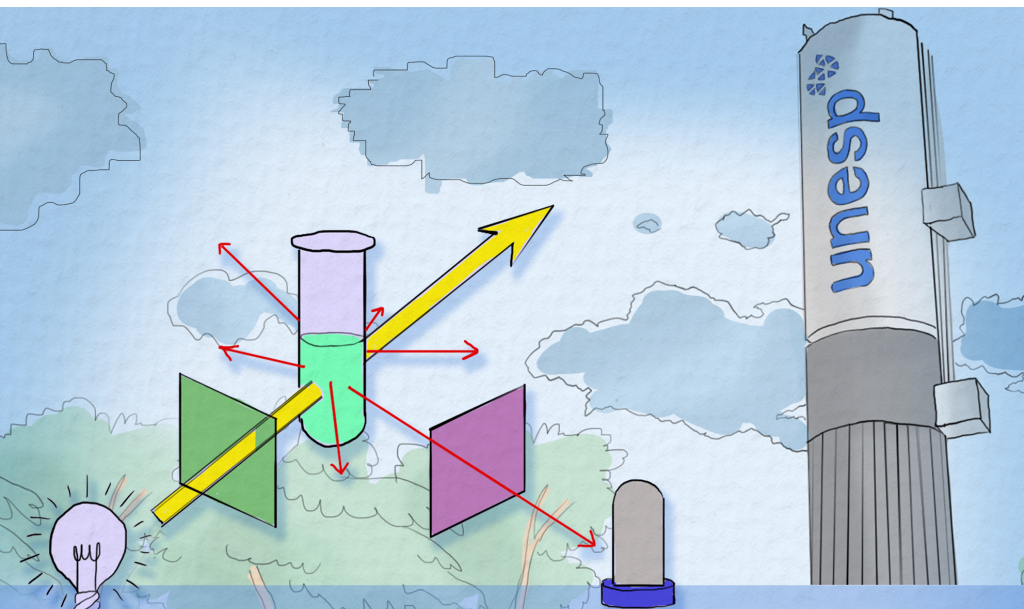
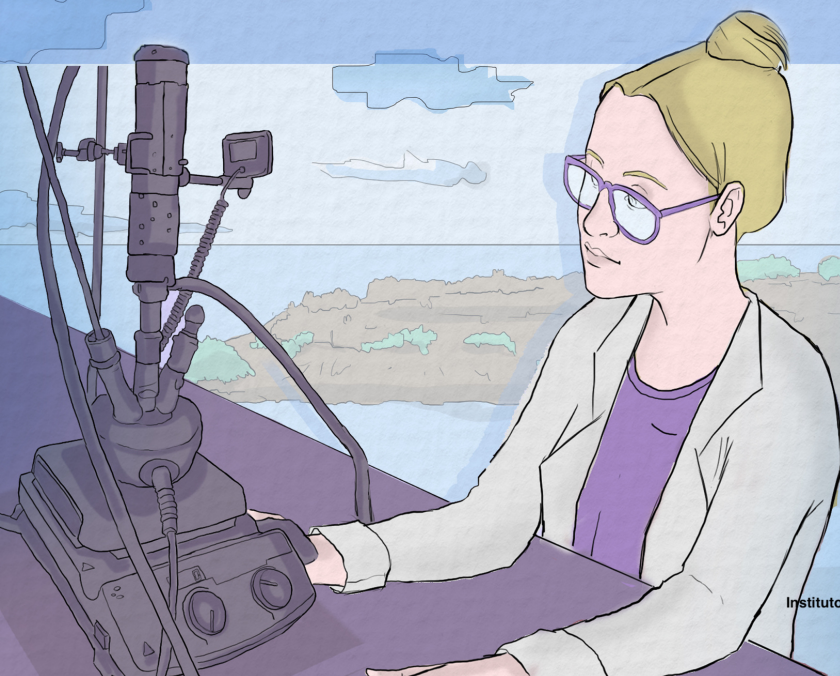
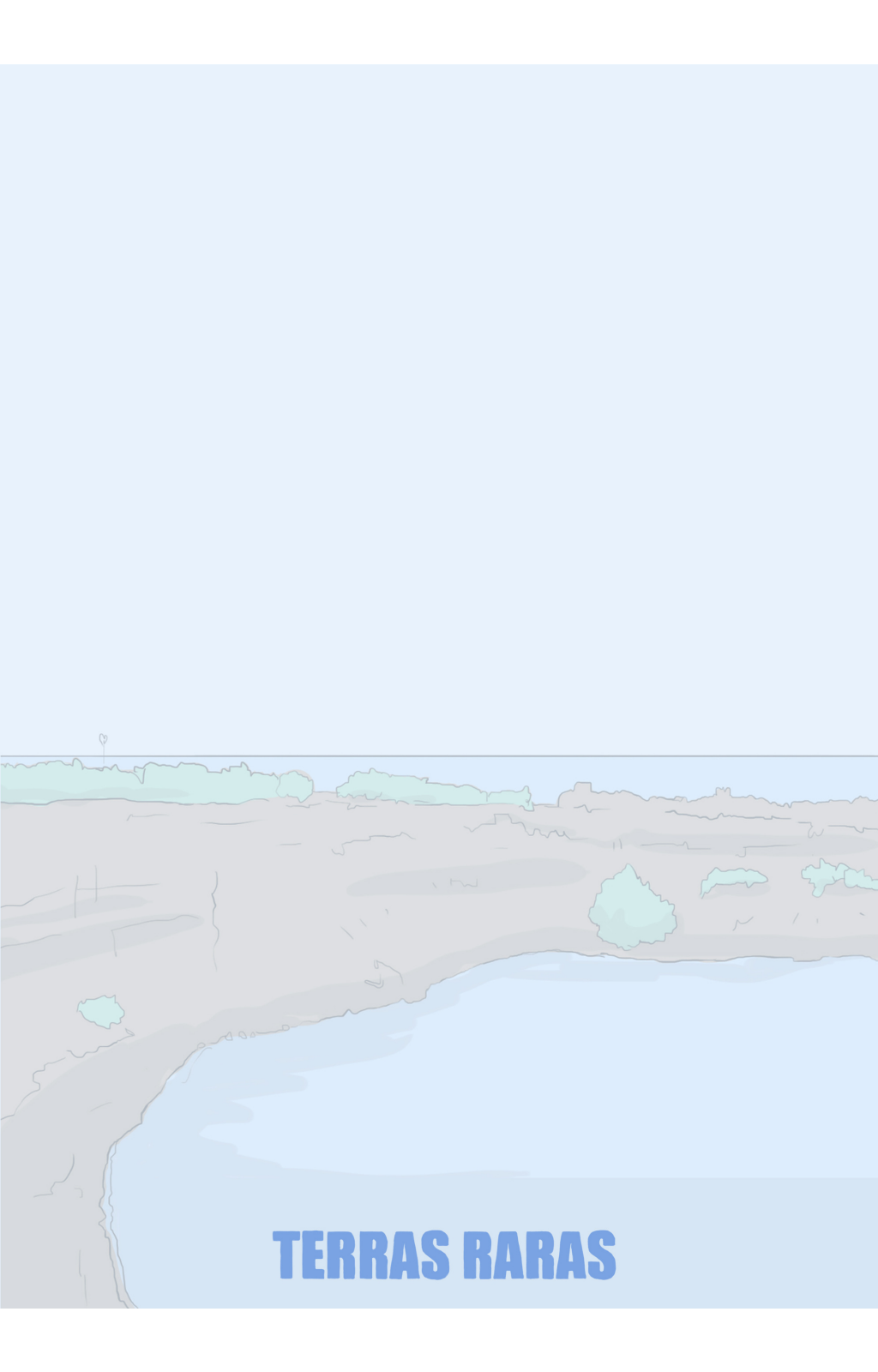




TERRAS RARAS



Instituto de Química – UNESP
Araraquara



TERRAS RARAS

TERRAS RARAS

AUTORA

BEATRIZ DAMASIO DE FREITAS

CO-AUTORES

SIDNEY JOSÉ LIMA RIBEIRO

VAGNER ANTÔNIO MORALLES

ILUSTRAÇÕES E ROTEIRO

ALAN ZANTUT

CORES E DIAGRAMAÇÃO

KÉSSYN THAYNA RIBEIRO RUFINO

**ARARAQUARA
2023**



**Instituto de Química – UNESP
Araraquara**

FICHA CATALOGRÁFICA

F866T FREITAS, BEATRIZ DAMASIO DE
TERRAS RARAS / BEATRIZ DAMASIO DE FREITAS, SIDNEY JOSÉ

LIMA RIBEIRO, VAGNER ANTONIO MORALLES. - ARARAQUARA : INSTITUTO
DE QUÍMICA, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2023.
15 P. : IL.

(TERRAS RARAS)
ISBN: 978-65-982240-0-4

TERRAS RARAS. 2. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. 3.
MULHERES NA

CIÊNCIA. 4. QUÍMICA INORGÂNICA. 5. QUÍMICA. I. RIBEIRO, SIDNEY
JOSÉ LIMA. II. MORALLES, VAGNER ANTONIO. III. TÍTULO.

CDD 546.41



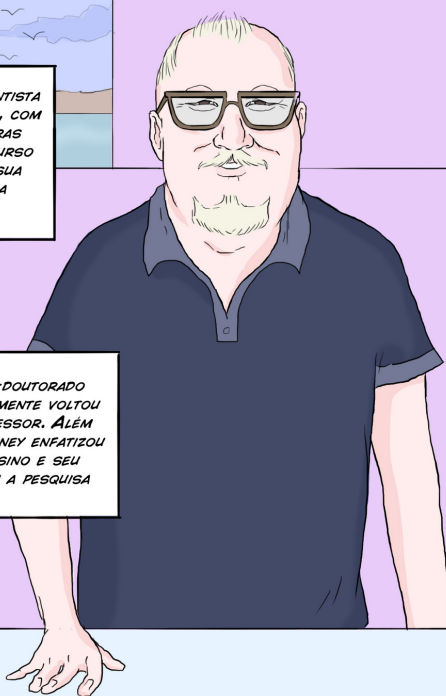
CC BY-NC-SA 4.0 DEED

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International

SIDNEY

O PROFESSOR SIDNEY JOSÉ LIMA RIBEIRO É UM CIENTISTA COM UMA EXTENSA FORMAÇÃO ACADEMICA EM QUÍMICA, COM DESTAQUE PARA A LINHA DE PESQUISA COM AS TERRAS RARAS. SUA PAIXÃO PELA DISCIPLINA COMEÇOU NO CURSO TÉCNICO EM SANTOS E FOI CONSOLIDADA DURANTE SUA GRADUAÇÃO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) DE ARARAQUARA

ELE REALIZOU UM PÓS-DOUTORADO NA FRANÇA E POSTERIORMENTE VOLTOU À UNESP COMO PROFESSOR. ALÉM DISSO, O PROFESSOR SIDNEY ENFATIZOU SUA DEDICAÇÃO AO ENSINO E SEU COMPROMETIMENTO COM A PESQUISA



BETH

A PROFESSORA ELIZABETH BERWERTH STUCCHI É UMA RENOMADA CIENTISTA CUJA JORNADA COM AS TERRAS RARAS COMEÇOU EM 1970. SUA CURIOSIDADE E DEDICAÇÃO A LEVARAM A SE TORNAR UMA PESQUISADORA FOCADA EM TERRAS RARAS, TRABALHANDO COM O PROFESSOR WALDEMAR SAFFIOTI EM EXPERIMENTOS QUE EXPLORAVAM A SEPARAÇÃO DESSES ELEMENTOS EM MINÉRIOS

SUA PAIXÃO PELA PESQUISA CONTINUOU NA PÓS-GRADUAÇÃO E, AO LONGO DOS ANOS, EQUILIBROU HABILMENTE SUAS ATIVIDADES COMO PROFESSORA, GESTORA E PESQUISADORA. ELIZABETH ORIENTOU DIVERSOS ALUNOS QUE SEGUIRAM CAMINHOS DIVERSOS NA ACADEMIA, INDÚSTRIA E ENSINO

ELA DESTACOU A APLICAÇÃO DAS TERRAS RARAS EM DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS MODERNOS, RESSALTANDO A IMPORTÂNCIA DESSES ELEMENTOS PARA A SOCIEDADE MODERNA

A PROFESSORA MARIAN ROSALY DAVOLOS, DESDE SUA JUVENTUDE, NUTRIA UM PROFUNDO AMOR PELA QUÍMICA. ENCORAJADA POR UMA PROFESSORA DE QUÍMICA ORGÂNICA, ESCOLHEU SEGUIR ESSA PAIXÃO, DANDO INÍCIO A UMA JORNADA ACADÊMICA QUE MUDARIA SUA VIDA

MARIAN

A PROFESSORA MARIAN LOGO DESCOBRIU SEU AMOR PELA QUÍMICA INORGÂNICA, E COM SUAS HABILIDADES MATEMÁTICAS E O APOIO DE AMIGOS, AJUDARAM A SE DESENVOLVER NA ÁREA

SUA PAIXÃO PELAS CORES E EXPERIMENTOS A LEVOU A SE INSPIRAR NA ESPECTROSCOPIA MOLDANDO SUA CARREIRA E RESULTANDO EM IMPORTANTES DESCOBERTAS NESSE CAMPO

ANA MARIA

A PROFESSORA ANA MARIA GALINDO MASSABNI É UMA CIENTISTA QUE DESAFIOU ESTEREÓTIPOS AO LONGO DE SUA CARREIRA DE MAIS DE 50 ANOS. COMEÇOU SUA JORNADA ACADÊMICA COM A TEMÁTICA DAS TERRAS RARAS SOB A ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR ERNESTO GIESBRECHT NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

EQUILIBRANDO A MATERNIDADE COM SUA CARREIRA, A PROFESSORA ANA MARIA DESTACOU A IMPORTÂNCIA DE EXPLORAR ANTES DE ESCOLHER UM CAMINHO. DURANTE TODA SUA CARREIRA PROMOVEU A COLABORAÇÃO COM COLEGAS E COMPARTILHOU SEUS CONHECIMENTOS, INFLUENCIANDO FUTUROS PESQUISADORES



H 1 hydrogen 1.008																He 2 helium 4.003																			
Li 3 lithium 6.941		Be 4 beryllium 9.012														B 5 boron 10.811		C 6 carbon 12.011		N 7 nitrogen 14.007		O 8 oxygen 15.999		F 9 fluorine 18.998		Ne 10 neon 20.180									
Na 11 sodium 22.990		Mg 12 magnesium 24.305														Al 13 aluminum 26.982		Si 14 silicon 28.086		P 15 phosphorus 30.974		S 16 sulfur 32.065		Cl 17 chlorine 35.453		Ar 18 argon 39.948									
K 19 potassium 39.098		Ca 20 calcium 40.078		Sc 21 scandium 44.956		Ti 22 titanium 47.88		V 23 vanadium 50.942		Cr 24 chromium 52.004		Mn 25 manganese 54.938		Fe 26 iron 55.845		Co 27 cobalt 58.933		Ni 28 nickel 58.693		Cu 29 copper 63.546		Zn 30 zinc 65.38		Ga 31 gallium 69.723		Ge 32 germanium 72.64		As 33 arsenic 74.922		Se 34 selenium 78.96		Br 35 bromine 79.904		Kr 36 krypton 83.798	
Rb 37 rubidium 85.468		Sr 38 strontium 87.62		Y 39 yttrium 88.906		Zr 40 zirconium 91.224		Nb 41 niobium 92.906		Mo 42 molybdenum 95.94		Tc 43 technetium 98.906		Ru 44 ruthenium 101.07		Rh 45 rhodium 102.91		Pd 46 palladium 106.42		Ag 47 silver 107.87		Cd 48 cadmium 112.41		In 49 indium 114.82		Sn 50 tin 118.71		Sb 51 antimony 121.76		Te 52 tellurium 127.6		I 53 iodine 126.91		Xe 54 xenon 131.29	
Cs 55 cesium 132.91		Ba 56 barium 137.33		La 57-71 lanthanides		Hf 72 hafnium 178.49		Ta 73 tantalum 180.95		W 74 tungsten 183.84		Re 75 rhenium 186.21		Os 76 osmium 190.23		Ir 77 iridium 192.22		Pt 78 platinum 195.08		Au 79 gold 196.97		Hg 80 mercury 200.59		Tl 81 thallium 204.38		Pb 82 lead 207.2		Bi 83 bismuth 208.98		Po 84 polonium 209		At 85 astatine 210		Rn 86 radon 222	
Fr 87 francium		Ra 88 radium		Ac 89-103 actinides		Th 90 thorium 232.04		Pa 91 protactinium 231.04		U 92 uranium 238.03		Np 93 neptunium 237.05		Pu 94 plutonium 244.06		Am 95 americium 243.06		Cm 96 curium 247.07		Bk 97 berkelium 247.07		Cf 98 californium 251.08		Es 99 einsteinium 252.08		Fm 100 fermium 257.10		Md 101 mendelevium 258.10		Lv 102 livermorium 260.10		Ts 103 tennessine 289.10		Og 104 oganesson 289.10	

Os elementos de terras raras tem características eletrônicas, ópticas, magnéticas e catalíticas, associadas a leveza, resistência e eficiência energética.

Diagrama de um carro vermelho conectado a diversos dispositivos tecnológicos, cada um rotulado com um elemento químico raro. No topo, uma tabela periódica destaca os elementos das terras raras em uma caixa preta. O carro está ligado a:

- Reator Nuclear (Er, Eu)
- Armazenamento de Petróleo (Lu, La, Ce, Sc, Nd)
- Catalisador (Nd, La)
- Bateria Atômica (Pr, Nd, Dy, La)
- Eixo de Aço (Yb, La)
- Eixo Aplicações (Y, La)
- Disco Rígido (Ca, Nd)
- Motor Abordado (La, Nd, Dy)
- Filtro de Ar (La, Nd)
- Filtro de Água (Nd, Sm)
- Filtro de Ar (Nd, Sm)

Quimoluminescência

Bioluminescência

Eletroluminescência

Triboluminescência

Fotoluminescência

USO NO DIA A DIA

ENERGIA
EÓLICA

MOTOR
AUTOMOTIVO

LÂMPADA
FLUORESCENTE

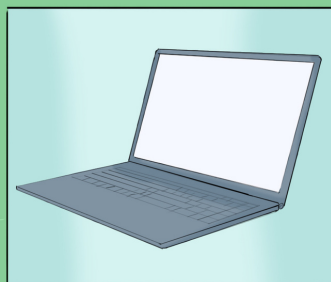
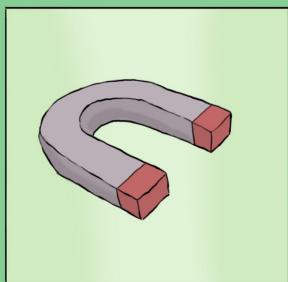
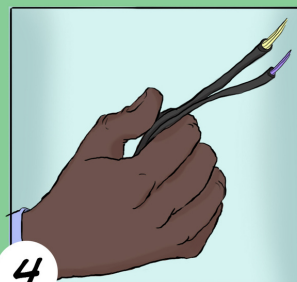
SMARTPHONE

ESSES ELEMENTOS SÃO UTILIZADOS NA ÁREA DA
OPTALMOLOGIA, SENDO EMPREGADOS EM LASERS PARA TRATAR
CONDIÇÕES COMO DESCOLAMENTO DE RETINA
CORREÇÃO DE MIOPIA E DIVERSAS INTERVENÇÕES
CIRÚRGICAS

FIBRAS ÓPTICAS

ÍMÃ

TELAS DE COMPUTADORES

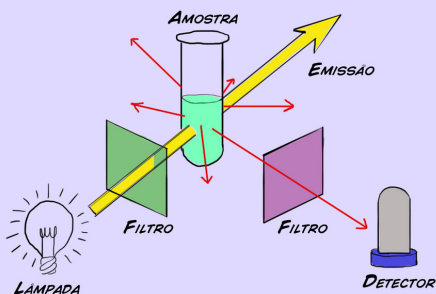




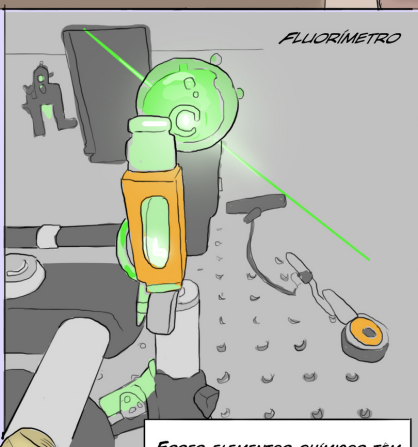
ELIZABETH, MARIAN E ANA MARIA ENFRENTARAM O DESAFIO DE CONCILIAR A MATERNIDADE COM SUA CARREIRA ACADÊMICA, DESAFIANDO AS EXPECTATIVAS TRADICIONAIS ASSOCIADAS À VISÃO DO QUE ERA SER PESQUISADORA NAQUELA ÉPOCA



A PESQUISA EM TERRAS RARAS DEPENDE DE EQUIPAMENTOS ALTAMENTE ESPECIALIZADOS E TECNOLÓGICOS. ESSES INSTRUMENTOS DESEMPENHAM UM PAPEL FUNDAMENTAL NO ESTUDO E SEPARAÇÃO DAS TERRAS RARAS. ASSIM, ESSA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA SE CONFIGURA EM UM DOS GRANDES DESAFIOS ENFRENTADOS PELOS PESQUISADORES DESSA ÁREA



PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO FLUORÍMETRO



ESSES ELEMENTOS QUÍMICOS TEM PROPRIEDADES ÚNICAS E SÃO, FREQUENTEMENTE, ENCONTRADOS COMBINADOS, O QUE TORNA SUA IDENTIFICAÇÃO E SEPARAÇÃO UM PROCESSO COMPLEXO

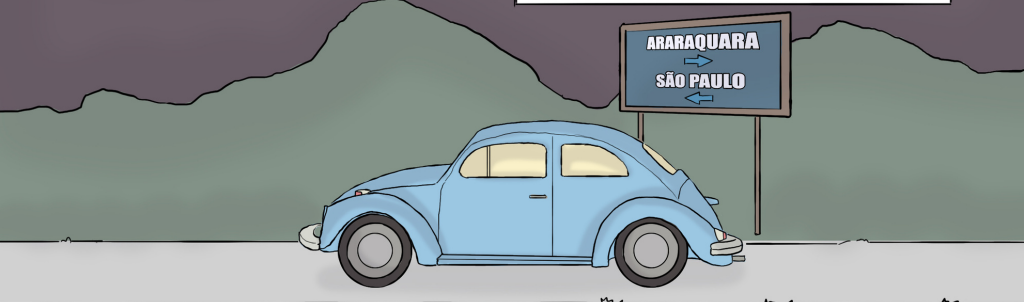
CADA UM DELES TEM UMA FUNÇÃO ESPECÍFICA NA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS DE TERRAS RARAS, COMO COMPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÃO. ALÉM DISSO, A PESQUISA REQUER UM AMBIENTE DE LABORATÓRIO CONTROLADO, QUE TAMBÉM ENVOLVE EQUIPAMENTOS PARA A MANIPULAÇÃO SEGURA DESSES ELEMENTOS QUÍMICOS



A IDEALIZAÇÃO DA CARREIRA CIENTÍFICA ERA MENOS COMUM NAQUELA ÉPOCA. COMO EXEMPLO, UMA DAS ESTUDANTES OPTOU PELA QUÍMICA COMO ÁREA DE ATUAÇÃO, PRINCIPALMENTE, DEVIDO À ABUNDÂNCIA DE ANÚNCIOS RELACIONADOS À ESSA PROFISSÃO NOS JORNAIS, ACREDITANDO QUE ESSA ESCOLHA PODERIA GARANTIR UMA CARREIRA PROMISSORA



MESMO ASSIM, OS ESTUDANTES DE QUÍMICA DAQUELA ÉPOCA ERAM, EM SUA MAIORIA, TRABALHADORES COMUNS, ENFRENTANDO DESAFIOS DIÁRIOS, COMO TER QUE VIAJAR DIARIAMENTE PARA A CIDADE EM QUE ESTUDAVAM OU TRABALHAVAM



Terras raras no ensino médio

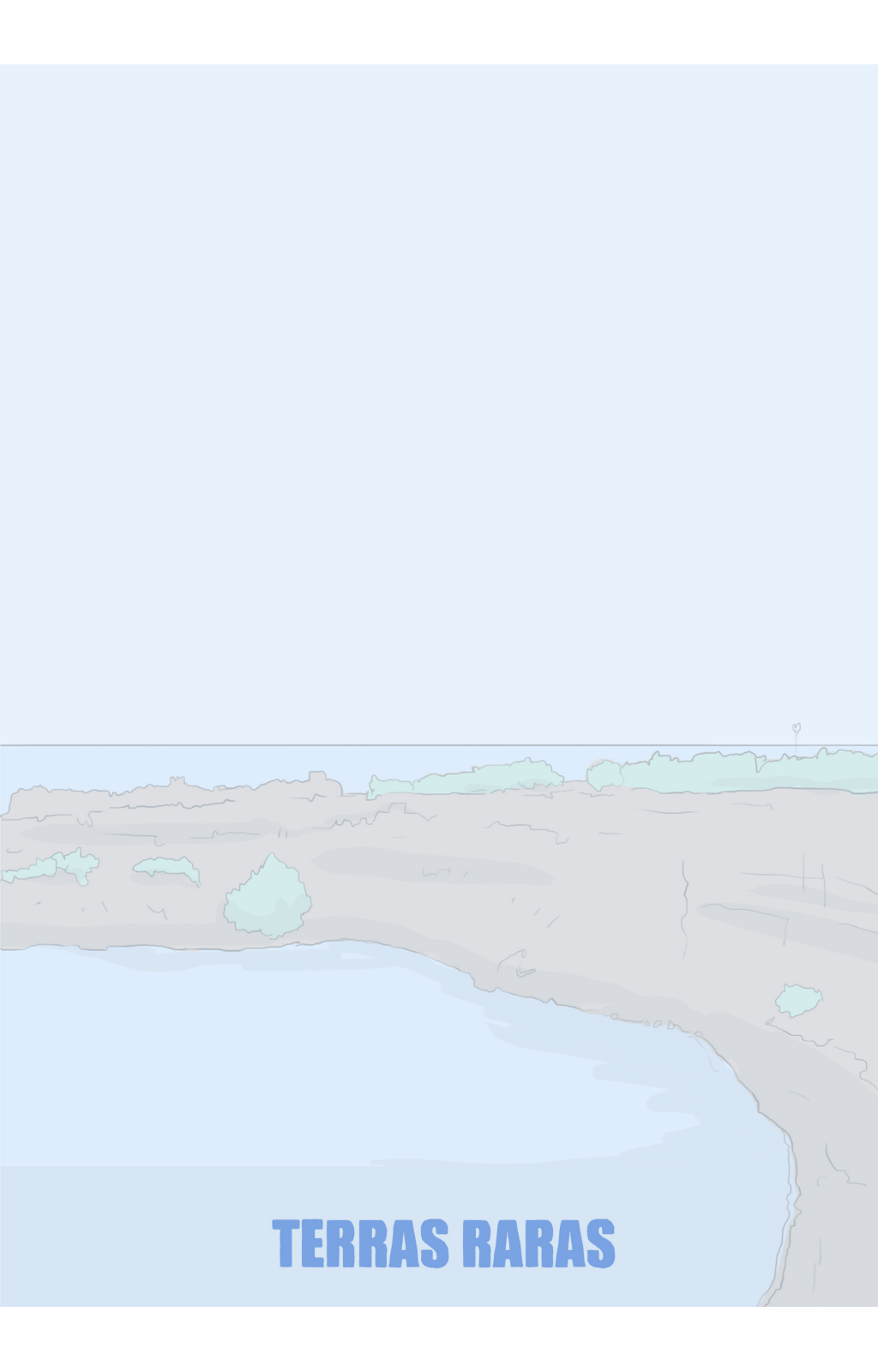
É FUNDAMENTAL RESSALTAR A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA A POPULAÇÃO, ESPECIALMENTE, PARA ESTUDANTES NA EDUCAÇÃO FORMAL. TORNAR ESSE BEM CULTURAL DA HUMANIDADE ACESSÍVEL AOS ALUNOS E MANTÊ-LOS MOTIVADOS É CRUCIAL PARA O AVANÇO DA SOCIEDADE

ALÉM DISSO, A COLABORAÇÃO INTERDISCIPLINAR DESEMPENHA UM PAPEL VITAL NO PROGRESSO DA PESQUISA E DO ENSINO DAS TERRAS RARAS. ISSO SE DEVE À INTERFACE QUE A QUÍMICA DAS TERRAS RARAS DESENVOLVE COM ÁREAS COMO A FÍSICA E A BIOLOGIA

NO BRASIL, O INTERESSE PELAS TERRAS RARAS INICIOU EM 1885, COM A EXPLORAÇÃO DE MONAZITA PRESENTES NAS PRAIAS DO PRADO, NO ESTADO DA BAHIA. NAS DÉCADAS DE 1940 E 1950, A EMPRESA ORQUIMA - INDÚSTRIAS REUNIDAS S.A. CONQUISTOU A TECNOLOGIA PARA EXTRAIR E PURIFICAR TERRAS RARAS, BUSCANDO ALTOS NÍVEIS DE PUREZA DOS SEUS ÓXIDOS, ESPECIALMENTE PARA A FABRICAÇÃO DE BARRAS METÁLICAS UTILIZADAS EM SUBMARINO NUCLEAR

ENTRETANTO, A ESTATIZAÇÃO DA ORQUIMA, EM 1960, RESULTOU EM QUEDA NA PRODUTIVIDADE E A DESATIVADAÇÃO DA PRODUÇÃO DE TERRAS RARAS, EM 2002. DESDE ENTÃO, O BRASIL SE TORNOU DEPENDENTE DAS IMPORTAÇÕES DE TERRAS RARAS

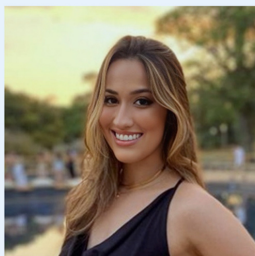
RECONHECENDO A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DESSES ELEMENTOS, O GOVERNO BRASILEIRO TEM EMPREENDIDO ESFORÇOS PARA ELABORAR UM MARCO REGULATÓRIO PARA A MINERAÇÃO DE TERRAS RARAS E FOMENTADO A PESQUISA ACADÊMICA EM DIVERSAS ÁREAS, BUSCANDO RECUPERAR A INDEPENDÊNCIA NA PRODUÇÃO DESSES RECURSOS ESSENCIAIS



TERRAS RARAS

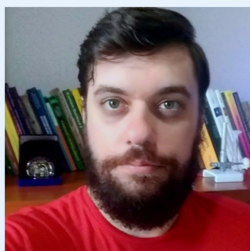


AUTORES



Beatriz Damasio de Freitas

Graduanda no curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Atualmente desenvolve o projeto de conclusão de curso intitulado "A divulgação científica e as pesquisas sobre terras raras no instituto de Química de Araraquara: Além dos muros da universidade", com objetivo de mostrar para a sociedade as pesquisas desenvolvidas dentro da universidade de forma mais simples e a realidade da vida acadêmica.



Vagner Antonio Morales

Doutor em Química com ênfase em Ensino de Química. Tem experiência em pesquisas com terras raras e em temáticas relacionadas ao Ensino de Química. Atualmente trabalha no desenvolvimento de estratégias didática e na divulgação científica.



Sidney José Lima Ribeiro

Diretor e Professor titular do Instituto de Química da Unesp, campus de Araraquara. Doutor em Química Inorgânica (UNESP-UFPE-1992). Dentro da academia, é Membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP); Fellow da European Academy of Sciences; Coordenador da rede internacional "Materials for the Future" (CAPES-PRINT-UNESP); Vice coordenador do Instituto Nacional de Fotônica (InFO). Trabalha na área de Química Inorgânica e suas implicações na Ciência de Materiais, Espectroscopia e Ensino de Química com enfoque em materiais luminescentes. Os projetos em andamento envolvem polímeros naturais (celulose bacteriana e fibroína de seda), híbridos orgânicos-inorgânicos, guias de luz (fibras ópticas e filmes finos), materiais porosos e marcadores luminescentes para Medicina.

TERRAS RARAS

APOIO:



Instituto de Química – UNESP
Araraquara

TERRAS RARAS