



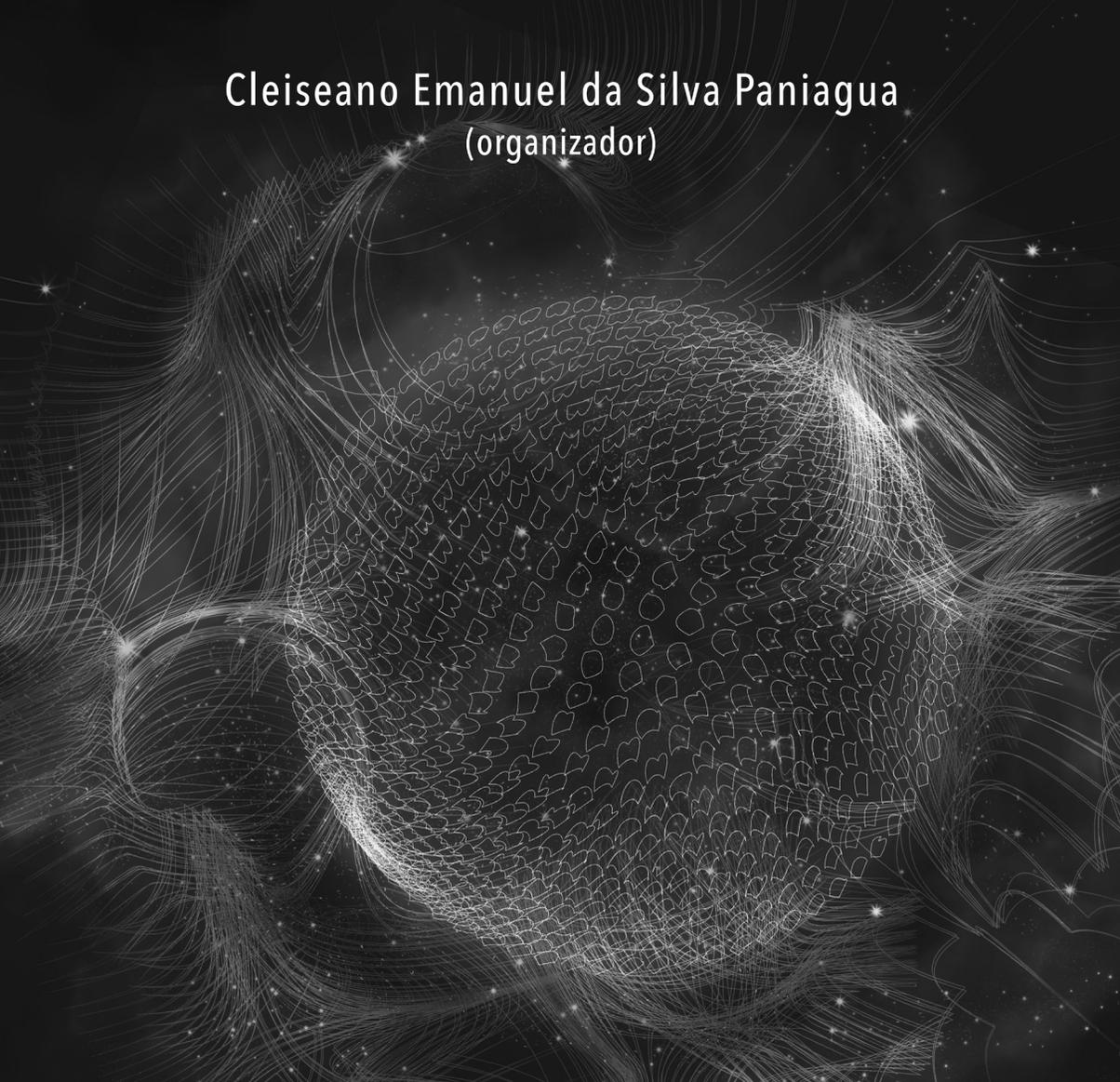
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(organizador)

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(organizador)



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof<sup>o</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	Ciências exatas e da terra e engenharias: conhecimento e informação / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0853-6 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.536220612">https://doi.org/10.22533/at.ed.536220612</a>  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.  CDD 507
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Ciências Exatas, da Terra e Engenharias: Conhecimento e informação” é constituído por doze capítulos de livros que foram organizados em quatro tópicos: *i)* fitoquímica e produtos naturais; *ii)* educação, meio ambiente e sustentabilidade e; *iii)* análise, estudo e desenvolvimento de ferramentas e materiais para diferentes aplicações.

Os capítulos I e II se constituem em trabalhos de revisão da literatura na qual se investigaram, respectivamente, a capacidade antioxidante de inúmeras espécies de plantas e; as inúmeras doenças encontradas em orquídeas causadas por diferentes espécies de fungos e quais as ferramentas disponíveis para uma identificação mais precisa destes micro-organismos.

O terceiro capítulo apresenta um estudo de caso na qual se avaliou a importância do tutor no processo de ensino-aprendizagem no curso de licenciatura em Física, na modalidade de educação à distância (EAD), da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O capítulo IV se constitui em um estudo no qual se investigou a forma na qual as cidades da microrregião de Maringá/PR tem realizado os levantamentos de georreferenciamento, bem como os procedimentos e os profissionais que atuam no cadastramento de áreas urbanas. Já o capítulo V apresenta um estudo de análise de consumo de energia na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) por meio de análise quantitativa que envolveu a iluminação e a climatização das dependências internas da instituição. Por fim, o sexto capítulo apresenta um estudo que avaliou a precipitação pluviométrica no período compreendido entre 01/01/1967 a 31/12/2016 na cidade de Belém/PA.

Os capítulos de VII a XII apresenta trabalhos de diferentes natureza e finalidades, entre os quais: *i)* utilização do *software* TQS (*Software* Definitivo para Engenharia de Estruturas) no cálculo estrutural de diferentes lajes convencionais; *ii)* avaliação dos principais fatores que afetam o desempenho e funcionalidade das máquinas rotativas e as possíveis soluções para melhorias; *iii)* utilização da dosimetria termoluminescente como ferramenta de controle de qualidade no tratamento e/ou diagnóstico de pacientes com câncer; *iv)* utilização da técnica de Monte Carlo na descrição da trajetória de elétrons e fótons em intervalos de energia; *v)* utilização de ferramentas para desenvolvimento e criação de ontologias a serem utilizadas de diferentes formas e; *vi)* reutilização e reciclagem de vidros de para-brisas para a produção de vitrocerâmicas com a adição de diferentes concentrações de pentóxido de nióbio ( $Nb_2O_5$ ).

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

**CAPÍTULO 1 ..... 1****COMPOSTOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE ENCONTRADOS EM PLANTAS MEDICINAIS E SEUS BENEFÍCIOS PARA SAÚDE: UMA REVISÃO**

Sharise Beatriz Roberto Berton

Milena do Prado Ferreira

Jomar Berton Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206121>**CAPÍTULO 2 ..... 7****DOENÇAS COM ETIOLOGIA FÚNGICA EM PLANTAS DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE**

Taciana Ferreira dos Santos

Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa

Tiago Silva Lima

Cecília Hernandez Ramirez

Jackeline Laurentino da Silva

Maria Jussara dos Santos da Silva

Gaus Silvestre Andrade Lima

Iraídes Pereira Assunção

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206122>**CAPÍTULO 3 .....35****PAPEL DOS TUTORES NAS PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE FÍSICA (MODALIDADE A DISTÂNCIA) DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ/PR**

Glécilla Colombelli de Souza Nunes

Carolina da Silva Gonçalves

Karina Midori Endo

Lilian Felipe da Silva Tupan

Luciano Gonsalves Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206123>**CAPÍTULO 4 .....49****CADASTRO TERRITORIAL URBANO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS E EXIGÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A MICORREGIÃO DE MARINGÁ, PR**

Adriano Antonio Tronco

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti

Marcelo Luis Chicati

Roney Berti de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206124>**CAPÍTULO 5 .....62****ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM PRÉDIO PÚBLICO – UM ESTUDO DE CASO**

Nayra Gomes Neves

Phellipe Tocchetto Dinardi

Vinícius Cabral de Serra  
Walter Andrés Vermehren Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206125>

**CAPÍTULO 6 ..... 75**

ANALYSIS OF PRECIPITATION IN BELÉM-PA CITY (PERIOD 1967-2016)

Ronaldo Rosales Mendoza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206126>

**CAPÍTULO 7 ..... 88**

ANÁLISE COMPARATIVA ESTRUTURAL ENTRE LAJES MACIÇAS CONVENCIONAIS E LAJES NERVURADAS DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E O SOFTWARE TQS

João Paulo dos Santos Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206127>

**CAPÍTULO 8 ..... 105**

FALHAS NO COMPORTAMENTO DE SISTEMAS ROTATIVOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Jomar Berton Junior

Sharise Beatriz Roberto Berton

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206128>

**CAPÍTULO 9 ..... 112**

DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE

Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206129>

**CAPÍTULO 10..... 119**

CÓDIGO DE MONTE CARLO APLICADO A RADIOTERAPIA

Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061210>

**CAPÍTULO 11 ..... 129**

FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO E CRIAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Henderson Matsuura Sanches

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061211>

**CAPÍTULO 12..... 135**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE VITROCERÂMICAS OBTIDAS A PARTIR DE PÓ DE VIDRO RECICLADO DE PARA-BRISAS E ADIÇÃO DE Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Hiasmim Rohem Gualberto

Mônica Calixto de Andrade

Edgard Poiate Júnior

Luiz Carlos Bertolino

Domenio de Souza Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061212>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 146**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 147**

## DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE

*Data de aceite: 01/12/2022*

**Luciana Tourinho Campos**

<http://lattes.cnpq.br/9496950727471163>

**RESUMO:** A dosimetria termoluminescente é uma ferramenta de controle da qualidade de tratamento. Os dosímetros termoluminescentes podem ser aplicados não só na medida das doses nos pacientes durante o tratamento ou diagnóstico, mas também têm demonstrado sua eficácia na dosimetria dos feixes de fótons e elétrons, com suas aplicações estendidas para os campos da dosimetria ambiental e do monitoramento de doses individuais de profissionais ocupacionalmente expostos [1].

**PALAVRAS-CHAVE:** Dosímetro fluorescente, radioterapia, fluoreto de lítio.

**ABSTRACT:** Thermoluminescent dosimetry is a treatment quality control tool. Thermoluminescent dosimeters can be applied not only to measure doses to patients during treatment or diagnosis, but have also demonstrated their effectiveness in dosimetry of photon and electron beams, with their applications extended to the fields of environmental dosimetry and dose

monitoring. individuals of occupationally exposed professionals.

**KEYWORDS:** Thermoluminescence dosimeter, radiotherapy, lithium fluoride

### 1 | CARACTERÍSTICAS DE UM DOSÍMETRO TERMOLUMINESCENTE

Muitos materiais apresentam propriedades termoluminescentes. Contudo, para poder ser utilizado como dosímetro, o material termoluminescente deve reunir algumas características, que limitam a quantidade de materiais termoluminescentes utilizados em dosimetria. Estas características são:

- Uma resposta linear para um amplo intervalo de dose;
- Uma resposta preferencialmente pouco dependente da energia dos fótons;
- Apresentar sensibilidade mesmo para valores de doses muito pequenas (entre  $0,05 \times 10^{-1}$  e  $2 \times 10^{-1}$  mSv);
- Uma resposta reprodutível, mesmo para valores pequenos de doses;

- Uma curva de emissão termoluminescente simples, de preferência com um único pico de emissão, ou com picos de emissão bem resolvidos.

Não existe nenhum material termoluminescente, utilizado em dosimetria, que apresente todas essas características. Os dosímetros termoluminescentes utilizados apresentam apenas algumas das características citadas e um comportamento aceitável em relação às outras características, dependendo de sua utilização, quer seja para radiodiagnóstico, monitoração individual ou dosimetria *in vivo*.

Os dosímetros termoluminescentes podem ser fabricados nas mais diferentes formas físicas e dimensões. Este fato é uma das suas principais vantagens, pois permite as mais variadas possibilidades de uso dos mesmos. Na figura 1 é ilustrada uma variedade de TLD's.



Figura 1: Diferentes tipos de dosímetros termoluminescentes.

## 2 | PROCESSO FÍSICO DA TERMOLUMINESCÊNCIA

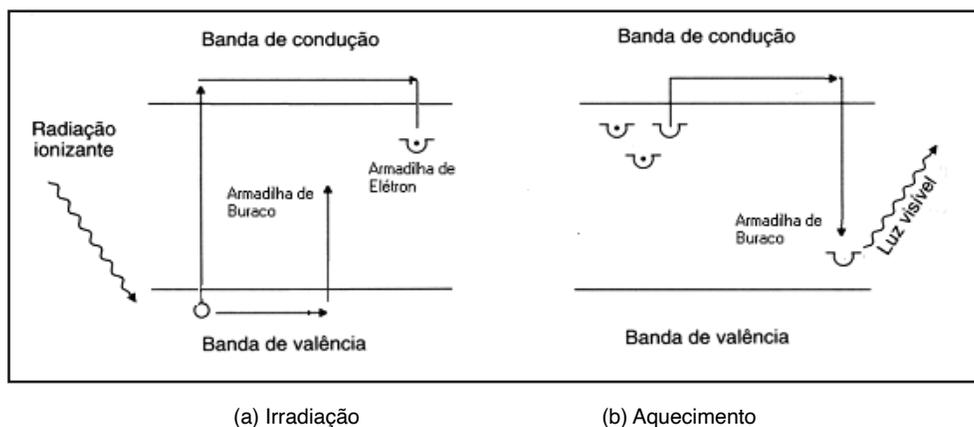
Nos sólidos existem fenômenos que são provocados pela variação da sua temperatura. Eles são denominados “Fenômenos Termicamente Estimulados”. A termoluminescência (TL) é um deles. Consistindo na emissão de luz devido à estimulação térmica de um material previamente irradiado. Mesmo que só uma pequena parte da energia depositada como dose absorvida no material termoluminescente seja emitida como luz, a quantidade de luz emitida será proporcional à energia da radiação absorvida pelo material termoluminescente, para um certo intervalo de dose.

O fenômeno da termoluminescência é explicado com a utilização do modelo de bandas para os níveis de energia dos elétrons nos sólidos. Os materiais termoluminescentes são, em geral, cristais iônicos nos quais a banda de valência encontra-se repleta de elétrons

e a de condução vazia, ambas separadas por uma faixa larga de estados energéticos não permitidos aos elétrons e denominada banda proibida.

Quando o cristal é exposto à radiação ionizante, são produzidos pares de elétrons e buracos, que migram através do cristal, até que se recombinem ou que sejam capturados em defeitos da rede cristalina, originando estados metaestáveis de energia localizados na banda proibida. Esses defeitos são denominados armadilhas e, dependendo do tipo de armadilha, a energia de ligação do portador de carga, elétron ou buraco, pode ser mais ou menos intensa e diz-se que a armadilha é mais ou menos profunda. Uma vez capturados nas armadilhas, a probabilidade dos portadores de carga escaparem sem que lhes seja fornecida uma energia adicional é pequena à temperatura ambiente. Aquecendo-se posteriormente o material, os elétrons ou buracos absorvem energia térmica e podem escapar desses defeitos. Os elétrons se deslocam para a banda de condução e os buracos para a banda de valência.

Quando as armadilhas de elétrons são mais rasas, os elétrons escapam antes que os buracos adquiram energia suficiente para se libertarem das suas armadilhas. Os elétrons livres podem se recombinar com um buraco em um centro de recombinação, havendo a emissão de luz. No caso das armadilhas de buracos serem mais rasas, estes são liberados antes dos elétrons, seguem para a banda de valência e podem se movimentar com liberdade pelo cristal até se recombinarem com os elétrons armadilhados em centros de recombinação, podendo haver emissão de luz conforme é mostrado na figura 2.



(a) Irradiação

(b) Aquecimento

Figura 2: Representação esquemática simples do modelo de bandas para emissão termoluminescente.

a) O material é irradiado e o elétron adquire energia para alcançar a banda de condução. b) Quando aquecido, o elétron abandona a sua armadilha e retorna à banda de condução, podendo se recombinar em um buraco.

A quantidade de luz emitida por um material termoluminescente é mensurável, aumentando a sua intensidade com a população de elétrons ou buracos armadilhados, conforme o tipo de armadilha. Ela cresce com a exposição até atingir um máximo. Dessa

forma, a luz medida na emissão termoluminescente depende da população de elétrons ou buracos, que, por sua vez, depende da exposição recebida pelo cristal.

Após uma irradiação, o cristal termoluminescente pode retornar à sua condição inicial, sendo para tanto necessário submetê-lo a um recozimento adequado, denominado tratamento térmico. A sensibilidade termoluminescente do cristal é influenciada por esse tratamento térmico. A variação da sensibilidade depende da duração e da temperatura do mesmo [2].

### 3 I CURVA DE EMISSÃO TERMOLUMINESCENTE

Dá-se o nome de curva de emissão termoluminescente à curva que representa a intensidade da luz emitida por um material termoluminescente em função da temperatura ou do tempo de aquecimento a que este é submetido. Essa curva pode apresentar um ou mais máximos, picos de emissão, conforme o número de diferentes armadilhas presentes no material e suas propriedades. A curva de emissão é representativa de um material termoluminescente.

O que se considera como a resposta de um dosímetro termoluminescente é a área sob a parte estável da curva de emissão termoluminescente [3]. Na figura 3 é apresentado um exemplo de curva de emissão termoluminescente. No caso, é mostrada a curva de emissão TL do LiF:Mg,Ti; esta apresenta 10 picos de emissão entre a temperatura ambiente e 400 °C, sendo que em dosimetria, utilizam-se normalmente, os denominados picos 4 e 5, chamados picos dosimétricos, já que são estes utilizados para se obter a leitura que mais tarde poderá ser convertida à grandeza de interesse, no caso de radioterapia dose absorvida.

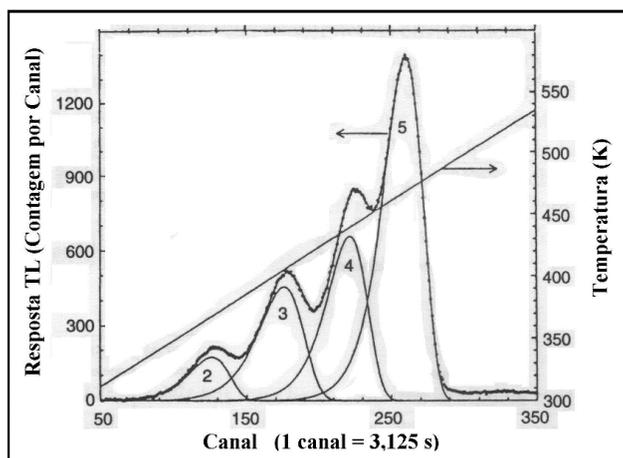


Figura 3: Curva de emissão TL do LiF:Mg,Ti após a exposição do material à radiação gama. O material não foi submetido ao tratamento térmico de 100 °C/15 minutos. A presença de picos de baixa temperatura torna-se evidente. Não é possível a observação do pico TL 1 devido ao seu rápido desvanecimento. Os picos a temperaturas maiores, como são pouco intensos, não são observados.

## 4 | DESVANESCIMENTO

Denomina-se desvanecimento da resposta de um material TL à liberação espontânea dos elétrons das suas armadilhas, proporcionando recombinações e a consequente emissão de luz pelo material. Normalmente a grandeza responsável por esse fenômeno é a temperatura. Entretanto, um material TL pode ter sua informação latente afetada por fatores tais como a luz ou a umidade. A tabela 1 apresenta dados sobre o desvanecimento térmico de diversos materiais TL [1].

Material TL	Desvanecimento Térmico (25°C)
LiF:Mg,Ti	5% em 1 ano
Li <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> :Mn	10% em 2 meses
CaF <sub>2</sub> :Mn	1% em 1 dia
CaF <sub>2</sub> :Dy	13% em 1 mês
BeO	8% em 3 meses
CaSO <sub>4</sub> :Mn	50-85% em 3 dias

Tabela 1: Desvanecimento térmico característico de alguns materiais termoluminescentes [1].

## 5 | TRATAMENTO TÉRMICO

O tratamento térmico de um material termoluminescente é dividido em duas etapas: o pré-tratamento térmico (antes da irradiação) e pós-tratamento térmico (após a irradiação).

Quando um TLD é utilizado repetidas vezes, é importante saber qual o melhor tratamento térmico a ser utilizado, com a finalidade de devolver-lhe as condições existentes antes da sua primeira exposição à radiação ionizante. Esse tratamento é denominado pré-tratamento térmico e tem o objetivo de esvaziar completamente e estabilizar as armadilhas do material TL após sua avaliação.

O pré-tratamento térmico é dividido em um tratamento térmico de alta temperatura, necessário para eliminar sinais residuais de termoluminescência do TLD e restaurar sua sensibilidade e um tratamento térmico de baixa temperatura que tem como objetivo reduzir o desvanecimento da resposta TL do material, minimizando a contribuição dos picos TL de baixa temperatura em sua curva de emissão [4].

Muitos materiais TL apresentam curvas de emissão com vários picos, estando alguns deles localizados a baixas temperaturas, ou seja, a temperaturas mais próximas da ambiente. Por conseguinte é conveniente aquecer esses materiais a uma temperatura inferior àquela de sua avaliação, após serem irradiados, para eliminar esses picos indesejáveis. Esse aquecimento é denominado pós-tratamento térmico. Esse tratamento térmico deve ser executado de modo bastante acurado, devendo a sua duração e temperatura máxima ser bastante reprodutível, uma vez que esses parâmetros afetam a sensibilidade dos denominados picos dosimétricos, aqueles localizados a temperaturas

mais elevadas. Conseqüentemente, variações nesse procedimento térmico significarão uma variação na resposta do dosímetro, ou, em outras palavras, uma reprodutibilidade ruim da resposta TL [1].

O aquecimento do TLD para a quantificação da luz emitida pelo material constitui-se em uma das etapas mais importantes no seu processo de leitura. A leitura deve envolver uma técnica automática e rápida de aquecimento que garanta estabilidade durante o procedimento. O processo todo é descrito por uma curva de temperatura em função do tempo como apresentado na figura 4.

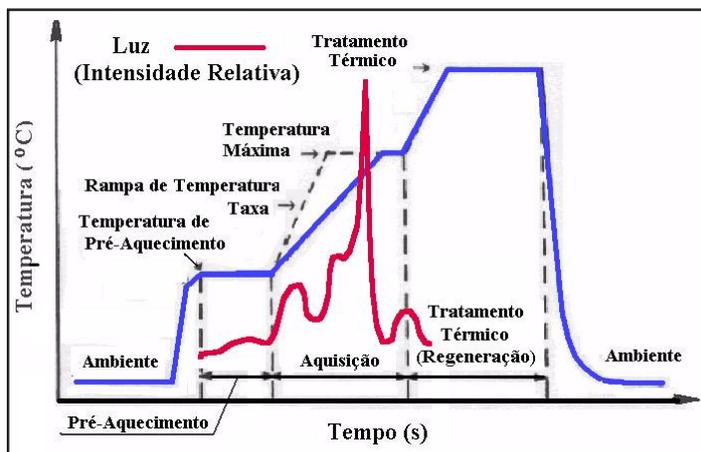


Figura 4: Curva aquecimento (temperatura em função do tempo) utilizada na avaliação do LiF:Mg,Ti, TLD-100 da leitora Harshaw® e curva de emissão TL deste material.

Normalmente o aquecimento do TLD no sistema de avaliação é feito a duas temperaturas diferentes. Inicialmente aquece-se o material a uma temperatura inferior àquela de leitura, objetivando a eliminação de picos de baixa temperatura que, porventura, ainda tenham resistido ao pós-tratamento térmico, ao qual o TLD fora submetido. Esse aquecimento é rápido e dura apenas alguns segundos. Posteriormente, o TLD é aquecido a uma temperatura mais elevada, a temperatura de avaliação, por um período um pouco mais longo, quando então a luz por ele emitida, relativa aos denominados picos dosimétricos, é quantificada.

## 6 | LEITORA DE DOSÍMETROS TERMOLUMINESCENTES

A instrumentação necessária para se observar a luz exibida por um dosímetro termoluminescente, ou seja, a leitora de dosímetros termoluminescentes, é um equipamento basicamente simples. Ela constitui-se de dois circuitos de aquecimento, um para pré-aquecimento e outro para aquisição de dados, uma válvula fotomultiplicadora, cuja função

é transformar uma determinada quantidade de luz em corrente elétrica, e um circuito de medida para processar essa corrente produzindo valores numéricos.

Portanto, uma leitora termoluminescente é composta de dois dispositivos básicos: um sistema de aquecimento e outro de detecção de luz. O sistema é constituído de um forno para aquecer o dosímetro termoluminescente e uma fotomultiplicadora para captar a luz emitida por ele. Utilizam-se também filtros com a finalidade de eliminar contaminação luminosa devido a fenômenos químicos e à radiação infravermelha presente durante o aquecimento do TLD. Os métodos mais utilizados no aquecimento do dosímetro TL são dois: um de contato, que utiliza uma superfície metálica sobre a qual se coloca o dosímetro, ou um filamento em forma de mola através do qual se insere o dosímetro TL. O aquecimento é realizado via passagem de corrente elétrica pelo metal. O outro método de aquecimento é composto de um sistema onde a temperatura do dosímetro TL é aumentada devido à ação do fluxo de um gás inerte aquecido [1].

## REFERÊNCIAS

[1] DA ROSA, L. A. R., *Dosimetria Termoluminescente Aplicada à Física Médica*, Instituto de Radioproteção e Dosimetria – CNEN, Rio de Janeiro, 2001.

[2] SHARMANN, A., “History”. In: Oberthofer, M., Scharmman, A. (Eds) *Applied Thermoluminescence Dosimetry*, chapter 1, Bristol, UK, Adam Hilger Ltd, 1981.

[3] HOROWITZ, Y. S., LiF: Mg, Ti Versus LiF: Mg, Cu, P: The Competition Heats Up. *Radiation Protection Dosimetry*, 47, 135-141, 1993.

[4] CAMERON, J. R., SUNTHARALINGAM, N. e KENNEY, G. N., *Thermoluminescent Dosimetry*, Madison, USA, Univ. Wisconsin Press, 1968.

**A**

Alcalóides 3

Anti-inflamatórias 4

Antioxidantes 1, 2, 4

Armadilhas 114, 115, 116

Átomos excitados 120

AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) 38, 39, 40, 45, 46

**B**

Banda de condução 114

Banda de valência 113, 114

*Bio-climatic zone* 75

*Biodiversity* 75, 87

*BlackBoard* 44

Buraco 114

**C**

Cadastros urbanos 49, 50, 59

Código de Monte Carlo 119, 120

Colisões inelásticas 120

Compostos fenólicos 2, 3

Concreto armado 88, 89, 90, 103, 104

CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) 50, 51, 52, 57, 60

**D**

Desalinhamento angular 108

Desalinhamento paralelo 108

Desbalanceamento 105, 106, 107, 110

Desvanecimento 115, 116

Diagnose 7, 8, 9

Difração de Raios X (DRX) 135, 136, 138, 139, 141

Discente 38

Dosimetria 112, 113, 115, 118, 119

**E**

*Ecosystems* 75, 85

Eficiência energética 62, 63, 64, 65, 66, 74

EGSnrc (*Electron Gamma Shower of National Research Council Canada*) 120, 121, 124, 125, 126, 127

Eixos de rotação 109

Elétrons 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Emissão de luz 113, 114, 116

## F

*Feedback* 45

Ferramentas 5, 8, 16, 106, 129, 130, 132, 133, 134

Fitopatógenos 8, 9, 28

Fitoquímicos 3, 4

Flavonóides 1, 3, 4

Forças centrífugas 107

Fóton 120, 121, 123

Frenamento 120, 121, 123, 124, 125

Fungos 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30, 31, 32

## G

Georreferenciamento 49, 50, 56, 58, 59, 60

*Google for Education* 44

*Guamá River* 78

## H

*Hazard* 76

## I

Indústria 4.0 106

## L

Lajes maciças 88, 89, 90, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104

Lajes nervuradas 88, 89, 96, 101, 103, 104

Lâmpada fluorescente 70

Logística reversa 136

## M

Máquinas rotativas 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

MEC (Ministério da Educação) 36, 37, 48

Meio ambiente 29, 31, 107

Micrografias 142

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 135, 139

MOODLE 44

Multifinalitário 50, 51, 52, 57, 58, 60, 61

## N

Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Pentóxido de nióbio) 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

NEAD (Núcleo de Educação a Distância) 37, 42

## O

Ontologia 129, 130, 131, 132, 133

*Orchidaceae* 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 23, 25, 30, 32, 33, 34

Orquídeas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 31, 32, 33

Orquidicultura 11

OWL (*Ontology Web Language*) 129, 130, 132, 133

## P

*Pará River* 78

Plano diretor 50

Plantas medicinais 1, 2, 3, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 136, 144

## R

Reciclagem 135, 136, 144

Resíduos 135, 136, 144, 146

*Resource Description Framework* (RDF) 130

Reutilização 135

Rotor 105, 106, 107, 110, 111

## S

Sistemas energéticos 62, 63

Sustentabilidade 63, 144

## T

Taninos 3

Termoluminescente 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

TQS (*Software Definitivo para Engenharia de Estruturas*) 88, 89, 91, 92, 93, 94,

95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103

Tutor 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48

## U

UAB (Universidade Aberta do Brasil) 36, 37, 38, 39, 42, 46, 48

UEM (Universidade Estadual de Maringá) 1, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 47, 105

## V

Vibrações mecânicas 109

Vidro 135, 136, 137, 139, 140, 143, 144

Vitrocerâmicas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

## W

*Water* 76, 77, 84, 85, 86

*Web Semântica* 129, 130, 131, 132, 133

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)