

## Plan Overview

---

*A Data Management Plan created using DMPTool*

**DMP ID:** <https://doi.org/10.48321/D1106J>

**Title:** Grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis

**Creator:** Rogerio Morais - **ORCID:** [0000-0002-4184-0394](https://orcid.org/0000-0002-4184-0394)

**Affiliation:** São Paulo State University (unesp.br)

**Principal Investigator:** Dr. Rogério Miranda Morais

**Data Manager:** Dr. Rogério Miranda Morais , Prof. Dr. Neri Alves

**Project Administrator:** Prof. Dr. Neri Alves

**Funder:** São Paulo State University (unesp.br)

**Template:** Digital Curation Centre

### Project abstract:

A proeminência da Internet das Coisas tem impulsionado a fabricação de dispositivos com baixo custo de produção e fácil implementação industrial. Além das características produtivas, propriedades como flexibilidade e biodegradabilidade são essenciais para esta nova era tecnológica que visa a produção de dispositivos vestíveis e descartáveis. Um dos maiores desafios para atender esta demanda é a produção de circuitos flexíveis ou moldáveis, para os quais é fundamental desenvolver métodos para produzir trilhas condutoras em substratos flexíveis. O estudo e desenvolvimento de dispositivos flexíveis é importante por várias razões. Primeiramente, eles têm a capacidade de se adaptar e moldar a superfícies irregulares, permitindo que possam ser aplicados em diversas áreas, incluindo

aeroespacial, automotiva, médica, de eletrônicos portáteis e vestíveis. Dispositivos flexíveis também têm a vantagem de serem mais leves e resistentes a choques e vibrações do que os dispositivos rígidos convencionais. Além disso, eles podem ser produzidos em grande escala usando processos de fabricação de baixo custo, como a impressão por rolo e a serigrafia. Um exemplo de dispositivo flexível é o circuito impresso flexível, que é um circuito eletrônico montado em um substrato flexível, como a poliimida, em vez de um substrato rígido, como a fibra de vidro. Esses circuitos são leves, finos e flexíveis, permitindo que possam ser integrados em dispositivos vestíveis e outros produtos portáteis. Os aquecedores resistivos flexíveis (FRH) são um tipo de dispositivo que tem sido bastante utilizado em aplicações industriais. Eles são compostos por um substrato e uma camada resistiva que é aquecida por uma corrente elétrica. Esses aquecedores são utilizados em uma variedade de aplicações, incluindo a desumidificação de ar, aquecimento de líquidos e secagem de tintas em impressoras flexográficas. Para o desenvolvimento de tais dispositivos, é necessário o estudo de substratos e eletrodos compatíveis com o contexto proposto. O papel é um material amplamente disponível e de baixo custo que pode ser utilizado na produção de dispositivos flexíveis. Este material apresenta características como a flexibilidade e a leveza, que são essenciais para a produção de dispositivos vestíveis e descartáveis. Além disso, o papel pode ser biodegradável, tornando-se uma opção mais sustentável em relação a outros materiais. Os aquecedores resistivos flexíveis (FRHs) podem ser produzidos em substratos de papel. Estudos têm mostrado que o papel pode ser utilizado como um substrato flexível para a produção de FRHs, com potencial para aplicações em dispositivos vestíveis, sensores inteligentes, entre outras aplicações. A técnica de obtenção do grafeno diretamente em superfícies de materiais, por meio da irradiação com lasers, é uma rota de interesse para produzir trilhas condutivas em substratos plásticos, que possam ser utilizados como eletrodos. No entanto, os relatos sobre a indução de estruturas baseadas em grafeno na superfície de papel incluem o tratamento prévio do material com rotas envolvendo tratamentos químicos, que podem resultar negativamente na aplicação desejada, além de aumentar o custo de produção. Portanto, o presente projeto de pós-doutorado tem como objetivo geral estudar o grafeno induzido por laser, produzido pela técnica LIG, utilizando papel como substrato, visando aplicações em sensores, sem o emprego de rotas químicas.

**Start date:** 05-31-2023

**End date:** 05-31-2024

**Last modified: 05-28-2023**

---

# Grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis

## Data Collection

---

### What data will you collect or create?

Para o estudo sobre grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis, os seguintes dados serão coletados ou criados:

#### 1. Dados de caracterização:

- Parâmetros do laser utilizados para a indução do grafeno (potência do laser, comprimento de onda, tempo de exposição)
- Morfologia da superfície do grafeno induzido por laser (imagens de MEV, medições de AFM)
- Medidas de condutividade elétrica dos padrões de grafeno

#### 2. Dados de desempenho dos aquecedores resistivos:

- Perfis de temperatura em diferentes condições de operação (tensão, corrente)
- Medidas de eficiência de aquecimento
- Tempo de resposta dos aquecedores
- Estabilidade térmica e uniformidade da distribuição de calor

#### 3. Dados dos materiais:

- Propriedades do substrato de papel (espessura, porosidade, rugosidade da superfície)
- Análise da composição química do substrato de papel antes e após a indução a laser
- Propriedades do material de grafeno (, espessura, resistência de folha)

#### 4. Condições ambientais e de operação:

- Temperatura ambiente e umidade durante os experimentos
- Estresse ou deformação mecânica aplicada aos aquecedores flexíveis
- Parâmetros de alimentação de energia (tensão, corrente, frequência)

#### 5. Quaisquer outros dados relevantes:

- Parâmetros e variáveis experimentais que possam afetar o desempenho dos aquecedores
- Dados relacionados ao processo de fabricação (parâmetros do laser, técnicas de deposição)
- Quaisquer medidas adicionais, observações ou descobertas relevantes para os objetivos da pesquisa

Os dados específicos a serem coletados podem variar dependendo da configuração experimental, dos objetivos da pesquisa e das técnicas de medição disponíveis.

### **How will the data be collected or created?**

A coleta e criação dos dados para a pesquisa sobre grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis serão realizadas por meio dos seguintes métodos:

#### **1. Coleta experimental:**

- A indução do grafeno em papel por laser será realizada de acordo com um protocolo experimental pré-estabelecido. Os parâmetros do laser serão controlados e registrados durante o processo.
- A caracterização do grafeno induzido será realizada por meio de técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV), microscopia de força atômica (AFM) e medições de condutividade elétrica específicas para grafeno.
- Os aquecedores resistivos flexíveis serão fabricados utilizando o grafeno induzido em papel e serão submetidos a testes de desempenho para coletar dados relacionados à temperatura, eficiência de aquecimento, estabilidade térmica, uniformidade de distribuição de calor, entre outros.

#### **2. Medidas e observações:**

- Durante os experimentos, serão realizadas medidas e observações das variáveis relevantes, como tensão, corrente, temperatura ambiente, umidade e outras condições operacionais.
- Serão feitas medidas da resistência elétrica dos aquecedores resistivos flexíveis para avaliar seu desempenho térmico.
- Serão registrados quaisquer dados adicionais, observações relevantes ou descobertas inesperadas que possam contribuir para a compreensão do comportamento dos aquecedores ou do grafeno induzido.

#### **3. Documentação e registros:**

- Todos os dados coletados serão registrados e documentados de forma organizada, incluindo informações sobre o experimento, procedimentos, resultados e quaisquer observações relevantes.
- Serão mantidos registros precisos das condições experimentais, parâmetros do laser, configurações de teste e outros detalhes relevantes que possam influenciar os resultados.

#### **4. Análise de dados:**

- Os dados coletados serão analisados utilizando métodos apropriados, como análise

estatística, para extrair informações significativas e realizar comparações entre diferentes amostras, condições experimentais ou parâmetros de medição.

## Documentation and Metadata

---

### What documentation and metadata will accompany the data?

Para garantir a organização, rastreabilidade e interpretação adequada dos dados coletados na pesquisa sobre grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis, serão fornecidos os seguintes documentos e metadados:

#### 1. Descrição dos experimentos:

- Documentação detalhada dos procedimentos experimentais, incluindo os parâmetros do laser utilizados para a indução do grafeno, descrição das etapas de fabricação dos aquecedores, configurações de teste e informações sobre as condições ambientais durante a coleta dos dados.
- Protocolos experimentais padronizados, que descrevem em detalhes os passos a serem seguidos para a reprodução dos experimentos e a obtenção dos mesmos resultados.

#### 2. Planilhas e tabelas de dados:

- Planilhas eletrônicas contendo os dados coletados, organizados de forma clara e estruturada.
- Tabelas de dados que apresentam resultados específicos, como perfis de temperatura, medições de resistência elétrica, eficiência de aquecimento e outras variáveis relevantes.

#### 3. Metadados:

- Metadados descritivos que fornecem informações sobre os dados, incluindo o título do experimento, descrição dos parâmetros do laser, informações sobre o papel utilizado, características dos aquecedores, identificação das amostras ou dispositivos testados e outras informações relevantes.
- Metadados de contexto, como datas de coleta dos dados, nome dos experimentadores, versões dos protocolos experimentais e quaisquer outras informações que possam ajudar na compreensão e interpretação dos dados.

#### 4. Anotações e observações:

- Anotações e observações detalhadas que podem ter sido registradas durante a coleta dos dados, destacando aspectos importantes, observações relevantes ou eventos inesperados que possam influenciar a interpretação dos resultados.

## 5. Referências e citações:

- Lista de referências bibliográficas citadas na documentação para fornecer um contexto teórico e embasar os resultados obtidos.

A inclusão desses documentos e metadados auxiliará na compreensão, compartilhamento e interpretação adequada dos dados coletados, permitindo sua reprodução futura e contribuindo para a integridade e transparência da pesquisa.

## Ethics and Legal Compliance

---

### How will you manage any ethical issues?

Para gerenciar questões éticas na pesquisa sobre grafeno induzido por laser em papel e aquecedores resistivos flexíveis, serão tomadas as seguintes medidas:

1. A privacidade e confidencialidade dos dados serão protegidas, seguindo as leis de proteção de dados e utilizando identificadores anônimos ou codificados.
- 2 Os dados serão usados apenas para os propósitos da pesquisa e conforme os protocolos estabelecidos, evitando uso indevido ou não autorizado.
3. A transparência será garantida na comunicação dos resultados, incluindo descrição clara das metodologias, resultados e conclusões.

Essas medidas garantirão a conduta ética, transparência e respeito pelos participantes e animais envolvidos na pesquisa.

### How will you manage copyright and Intellectual Property Rights (IP/IPR) issues?

Para gerenciar questões de direitos autorais e propriedade intelectual na pesquisa de grafeno induzido por laser em papel e seus usos em aquecedores resistivos flexíveis, as medidas a serem adotadas incluem:

- Revisão da existência de direitos de propriedade intelectual já existentes.
- Estabelecimento de acordos de colaboração para definir a propriedade intelectual gerada durante o projeto.
- Proteção adequada da propriedade intelectual por meio de registros e patentes, se necessário.
- Divulgação responsável dos resultados da pesquisa, respeitando a propriedade intelectual de outros.
- Identificação de potenciais licenciados ou parceiros comerciais para comercialização da

tecnologia desenvolvida.

Consultar especialistas em propriedade intelectual e cumprir as regulamentações pertinentes é fundamental para o gerenciamento adequado dessas questões.

## **Storage and Backup**

---

### **How will the data be stored and backed up during the research?**

Durante a pesquisa, os dados serão armazenados de forma segura e terão cópias de segurança regulares.

### **How will you manage access and security?**

Para gerenciar o acesso e a segurança dos dados, serão adotadas medidas como controle de acesso aos membros autorizados da equipe, autenticação com senhas, monitoramento de atividades.

## **Selection and Preservation**

---

### **Which data are of long-term value and should be retained, shared, and/or preserved?**

Os dados de longo prazo que devem ser retidos, compartilhados e/ou preservados incluem: os dados brutos e resultados experimentais, metadados descritivos, protocolos experimentais padronizados, documentação e anotações relevantes, e publicações e relatórios científicos.

### **What is the long-term preservation plan for the dataset?**

O plano de preservação de longo prazo para o conjunto de dados da pesquisa envolve identificar os dados de valor, escolher um formato de armazenamento adequado, selecionar um repositório confiável, documentar e descrever os dados, criar metadados, estabelecer políticas de acesso, manter os dados atualizados, monitorar e migrar tecnologia, e promover a divulgação e compartilhamento dos dados. Essas medidas garantirão a acessibilidade, integridade e utilização dos dados ao longo do tempo.

## **Data Sharing**

---

---

### **How will you share the data?**

Os dados da pesquisa serão compartilhados por meio de um repositório de dados confiável, com possibilidade de acesso aberto. Serão aplicadas licenças adequadas e fornecidos metadados e descrições detalhadas. Além disso, será estabelecida comunicação direta com pesquisadores interessados e os dados poderão ser compartilhados por meio de publicações científicas e apresentações. Essas medidas garantirão a acessibilidade, preservação e reutilização dos dados.

### **Are any restrictions on data sharing required?**

Não há.

## **Responsibilities and Resources**

---

### **Who will be responsible for data management?**

Na pesquisa sobre grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis, a equipe de pesquisa será responsável pela gestão dos dados. Isso inclui a coleta e criação dos dados, documentação e metadados, armazenamento seguro, backup regular, controle de acesso e compartilhamento dos dados, além de garantir a preservação a longo prazo. A equipe deve estar consciente das melhores práticas e políticas relevantes para garantir uma gestão adequada dos dados.

### **What resources will you require to deliver your plan?**

Para implementar o plano de gestão de dados para a pesquisa sobre grafeno induzido por laser em papel e suas aplicações em aquecedores resistivos flexíveis, serão necessários recursos como infraestrutura de armazenamento, ferramentas de gestão de dados e pessoal especializado.

---