



## PLANO DE TRABALHO

### 1. IDENTIFICAÇÃO DA AÇÃO

<b>Título da Ação:</b> WOLVERINE: Materiais Poliméricos para Prolongamento da Vida Útil e Reconstituição de Características Mecânicas de Cruzetas de Madeira	
<b>Tipo de Ação:</b> Projeto de Extensão	<b>Área de conhecimento:</b> Engenharia/Tecnologia
<b>Temática:</b> Tecnologia e Produção	<b>Linha:</b> Desenvolvimento Tecnológico
<b>Programa ao qual a ação está vinculada (se for o caso):</b>	
Não se aplica.	

### 2. COORDENAÇÃO DA AÇÃO

<b>Sector de Lotação do Coordenador</b>	<b>Campus</b>		
Departamento de Química	Campus VI		
<b>Chefe do Sector de Lotação do Coordenador</b>	<b>SIAPE</b>	<b>Telefone</b>	<b>E-mail</b>
Ildefonso Binatti	391701	3319-7151	ibinatti@yahoo.com.br
<b>Coordenador da Ação</b>	<b>SIAPE</b>	<b>Telefone</b>	<b>E-mail</b>
Patricia Santiago de Oliveira Patricio	2659830	988432518	patricia@cefetmg.br

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA AÇÃO

#### 3.1 Objetivos (s)

O principal objetivo do projeto é desenvolver materiais poliméricos de baixo custo e fácil aplicação, capazes de ampliar a vida útil de cruzetas de madeira em uso na rede elétrica.

Objetivos específicos:

- O material desenvolvido deve ter 3 funções: eliminar os micro-organismos presentes na madeira, aumentar a hidrofobicidade e recuperar a resistência mecânica da cruzeta;
- Desenvolver ferramentas de aplicação desses materiais nas cruzetas em regime de linha viva;
- Coletar cruzetas de madeira usadas na rede elétrica da área de concessão do Grupo Energisa;
- Identificar os diferentes tipos de madeira usados nas cruzetas instaladas na rede elétrica;
- Averiguar a relação do tipo de madeira com o estágio de degradação apresentada;
- Analisar os agentes degradantes específicos da madeira das cruzetas; desenvolver ferramental para a aplicação do material.

#### 3.2 Importância para a Sociedade e para o CEFET-MG

<input checked="" type="checkbox"/> Associação com o ensino	<input checked="" type="checkbox"/> Associação com a pesquisa	
<input checked="" type="checkbox"/> Inovação Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/> Associação com política pública	___ Outros (especificar)

As cruzetas de madeira são definidas como peças retilíneas, sem emendas, destinadas a suportar condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia<sup>1</sup>. Em sua maioria, as cruzetas são feitas de madeira, mas outros materiais como o polipropileno virgem e reciclado<sup>2</sup>, já começaram a ser utilizado na construção de cruzetas. O principal motivo é o processo de degradação sofrido pela madeira devido a ação de intempéries e microorganismos, resultando em um tempo de vida validade de 5 anos.<sup>3</sup> O apodrecimento da madeira leva a formação de rachadura e trincas provocando a queda das cruzetas. A situação agrava-se ainda mais quando há riscos de acidentes envolvendo vidas (Figura 1), principalmente em áreas urbanas onde a probabilidade de ocorrência de acidentes é maior.

O elevado risco de acidente da queda de cruzetas e a morosidade ligada ao processo de substituição, devido as limitações, além da problemática envolvida na interrupção de energia da rede elétrica, demonstram a





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário

necessidade de outras alternativas capazes de resolver o problema de substituição de cruzetas de madeira da rede elétrica. Para ser viável a solução deve ser duradoura, de fácil aplicação, envolvendo materiais de baixa toxicidade e preferencialmente sem a necessidade de mão de obra tecnicamente capacitada. O uso de polímeros usado como revestimento de superfície tem sido investigado como uma alternativa para dar proteção à estruturas e objetos de madeira são usadas em ambientes externos.<sup>4</sup> No caso específicos de cruzetas, alguns estudos realizados com resinas poliuretânicas<sup>5</sup> ou poliureias<sup>6</sup> são encontrados na literatura. Entretanto, são investigadas grupos de propriedades diferentes em cada um dos trabalhos<sup>7</sup>. Para efetivar a produção de um material que reúna um conjunto de propriedades e seja apto a ser aplicado para a proteção e prolongamento de vida útil de cruzetas em serviço, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisa. Os protótipos e a condução de estudos em laboratório e posteriormente em aplicações em campo ainda é um desafio.

Por outro lado, a queda das cruzetas resulta em outros tipos de prejuízos para as companhias elétricas, como: aumento do DEC (Duração equivalente de interrupção por consumidor) e do FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por consumidor), dependência de mão de obra especializada para reparo e substituição, dentre outros. Embora cruzetas mais duráveis e com melhores custos já estão sendo fabricadas<sup>3</sup>, a substituição das cruzetas com prazo de validade vencido na rede elétrica não é um processo simples. Estima-se que no Brasil hajam milhares de cruzetas de madeira em uso na rede elétrica sendo a maioria com estágio de degradação iniciado. A necessidade de mão de obra especializada é dificultador para efetuar a troca, por exemplo, de acordo com os bancos de dados da companhia Elétrica Energisa, teria-se 100 mil cruzetas necessitando de reparo, levando-se em conta um número médio de funcionários especializados da, seja em torno de 15 anos.

O elevado risco de acidente da queda de cruzetas e a morosidade ligada ao processo de substituição, devido as limitações, além da problemática envolvida na interrupção de energia da rede elétrica, demonstram a necessidade de outras alternativas capazes de resolver o problema de substituição de cruzetas de madeira da rede elétrica. Para ser viável a solução deve ser duradoura, de fácil aplicação, envolvendo materiais de baixa toxicidade e preferencialmente sem a necessidade de mão de obra tecnicamente capacitada.

O uso de polímeros usado como revestimento de superfície tem sido investigado como uma alternativa para dar proteção à estruturas e objetos de madeira são usadas em ambientes externos.<sup>4</sup> No caso específicos de cruzetas, alguns estudos realizados com resinas poliuretânicas<sup>5</sup> ou poliureias<sup>6</sup> são encontrados na literatura. Entretanto, são investigadas grupos de propriedades diferentes em cada um dos trabalhos<sup>7</sup>. Para efetivar a produção de um material que reúna um conjunto de propriedades e seja apto a ser aplicado para a proteção e prolongamento de vida útil de cruzetas em serviço, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisa. Os protótipos e a condução de estudos em laboratório e posteriormente em aplicações em campo ainda é um desafio.

**Referências:**

- 1- Assagra, Y. A. O. *et al. Materials Research*, 16 (5), 1140-1147, 2013.
- 2- Dalfré, G. M., *Cruzetas de Polímeros reciclados: Caracterização dos materiais, análise numérica ensaios de modelos reduzidos*, Tese doutorado, São Carlos, 2007.
- 3- Silva, J. F. R., *Cruzetas para Redes de Distribuição de Energia Elétrica a base de Polipropileno*, Dissertação de Mestrado, USP, 2003.
- 4- Alves, T. R., *Avaliação das propriedades de verniz para madeira a base de dispersão aquosa de poliuretano*, Dissertação de Mestrado, Belo Horizonte, 2016.
- 5- Altafim, R. A. C. *et al. Materials Research*, 9 (1), 77-81 2006.
- 6- Tupper, S. K. *et al. The Journal of Wildlife management*, 27, 605, 2010.
- 7- Pandey, M. D. *et al. Canadian Journal of Civil Engineering*, 37 (4), 638, 2010.

**3.3 Público Alvo e Locais de Realização da Ação**

<b>Público alvo:</b> Companhia Elétrica Energisa		<b>Nº de pessoas diretamente beneficiadas:</b> 16 milhões (7% da população brasileira)
<b>Local:</b>	<b>Cidade:</b>	Belo Horizonte e Leopoldina
	<b>Estabelecimentos:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instalações do CEFET-MG - Campus VI e Campus III</li></ul>



4



### 3.4 Descrição da Ação (incluindo Metodologia, Acompanhamento e Avaliação)

A metodologia para execução deste projeto pode ser descrita pelo seguinte conjunto de atividades:

As etapas do projeto são descritas a seguir e o tempo de execução está mostrado no Quadro 1.

Etapa 1- Treinamentos de pessoal técnico para atuar na coleta, rastreio e armazenamento das cruzetas de madeira retiradas de campo. Coleta de 40 cruzetas em estágio de degradação e transporte para BH para início das análises de caracterização.

Etapa 2- Caracterização das cruzetas quanto ao tipo de madeira e estágio de degradação a partir de técnicas como análise térmica, espectroscopia no infravermelho, técnicas microbiológicas e ensaios mecânicos.

Etapa 3- Escolha de material e desenvolvimento do material polimérico híbrido a ser aplicado nas cruzetas de madeira: versão Beta.

Etapa 4- Realização dos testes, em Laboratório, de aplicação do material "versão beta" nas cruzetas e início dos ensaios de envelhecimento na câmara de intemperismo e testes de simulação de comportamento das cruzetas revestidas sob em alta Tensão, em Laboratório, LEAT- Energisa Cataguases - MG.

Etapa 5- Desenvolvimento e testes de ferramental para aplicação do material polimérico usando vara de manobra e drone.

Etapa 6- Aplicação do material polímero em 20 cruzetas localizadas nas áreas de concessão da Energisa em linha morta.

Etapa 7— Nova Coleta de 283 cruzetas em estágio de degradação na área de concessão EMG e transporte para BH para submissão as análises de caracterização.

Etapa 8- Coleta de 1532 de cruzetas em estágio de degradação na EMT, EMS, ESS e ETO e transporte para BH para submissão as análises de caracterização.

Etapa 9- Retirada das cruzetas nas quais foram aplicadas o material polimérico referente ao Sprint 6 e avaliação das cruzetas tratadas pós aplicação.

Etapa 10 - Desenvolvimento da "versão 2" do material polimérico: aplicação em 40 cruzetas degradadas na EMG com o ferramental desenvolvido.

Etapa 11 - Diagnóstico do estado das cruzetas: mineração de dados.

Etapa 12- Retirada das cruzetas nas quais foram aplicados o material polimérico "versão 2" (em linha morta) enviadas para a análise das propriedades.

Etapa 13- Resultados Finais: Produção de patentes e elaboração de artigos e relatório final.

A metodologia acima descrita será respaldada pela realização de reuniões técnicas com os membros da equipe, as quais serão de periodicidade mensal, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das tarefas e apresentar os progressos nos trabalhos realizados. Será avaliado o cumprimento das metas propostas para cada mês a fim de direcionar as tomadas de decisões para as etapas seguintes.

Por outro lado, a Companhia elétrica Energisa acompanhará o desenvolvimento do projeto, contando com o auxílio do setor competente responsável por projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Serão realizadas reuniões com os pesquisadores do projeto atuantes em uma das etapas envolvidas.

### 3.5 Direitos Intelectuais, Autorais e Patentes sobre Produtos, Bens e Processos (quando for o caso)

Para o depósito dos eventuais pedidos de proteção intelectual associados ao projeto, serão solicitados os apoios e do Núcleo de Inovação Tecnológica do CEFET-MG e do setor responsável da Energisa- MG. A titularidade da propriedade intelectual oriunda deste projeto e a participação nos resultados de sua exploração comercial deverão estar devidamente previstas em instrumento jurídico específico, assegurando aos partícipes o direito à exploração, ao licenciamento e à transferência de tecnologia, observado o disposto nos §4º e §5º do art. 6º da Lei nº 10.973/2004. A propriedade intelectual e a participação nos resultados acima referidas serão asseguradas na proporção equivalente ao montante de valor agregado ao conhecimento já existente no início da parceria, bem como de recursos humanos, financeiros e materiais alocados pelas partes contratantes. Caberá, portanto 10% ao CEFET-MG e 90% a empresa Energisa MG, partícipe deste projeto.

### 3.6 Resultados Esperados

Metas Quantitativas	Indicadores
Recolhimento das cruzetas no campo	1915 Cruzetas recolhidas e transportadas para o CEFET
Criação de dispositivos poliméricos	3 Dispositivos produzidos.
Dispositivos aptos a serem usados sob alta tensão	2 Dispositivos produzidos e testados.
Ferramental para aplicação.	2 Protótipo do ferramental produzido e testado



4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário

Aplicação das cruzetas em campo	20 cruzetas Aplicadas
Formação de alunos	4 alunos de nível técnico, 4 alunos de nível de graduação, 4 alunos pós-graduação
<b>3.7 Formas de Divulgação e Publicação de Resultados</b>	
Os resultados serão divulgados na forma de artigos publicados em revistas especializadas e Congressos nacionais e internacionais.	

#### 4. RECURSOS ENVOLVIDOS NA AÇÃO

4.1 Recursos Humanos					
Nome	SIAPE ou Matrícula ou CPF	Cargo	Função na Atividade	Disponibilidade Servidor / horas Aluno / meses	
				Ano 1	Ano 2
Patrícia Santiago de Oliveira Patricio	1659830	Professora do CEFET-MG	Coordenador	90 h	90 h
Ângelo Rocha de Oliveira	2561441	Professor do CEFET-MG	Sub-Cordenador	90 h	90 h
Patterson Patricio de Souza	1669886	Professor do CEFET-MG	Pesquisador	90 h	90 h
Emerson Fernandes Pedroso	155284	Professor do CEFET-MG	Pequisador	90 h	90 h
Fabiano Drumond Chaves.	1609095	Professor do CEFET-MG	Pequisador	80 h	80 h
Profissional de Nível Superior		Externo	Especialista na área de biologia	9 meses	7 meses
Profissional de Nível Superior	----	Externo	Especialista na área de Química	9 meses	9 meses
Profissional de Nível Superior	----	Externo	Especialista na área de Polímeros	9 meses	9 meses
Profissional de Nível Superior	-----	Aluna de pós Graduação em Química	Especialista na área de Polímeros	9 meses	9 meses
Profissional de Nível Superior	-----	Aluna de pós Graduação em Química	Especialista na área de Química	9 meses	9 meses
Estagiário de Nível Superior	----	Aluno de Graduação em Química	Produção de Materiais	9 meses	9 meses
Estagiário de Nível Superior	----	Aluno de Graduação em Química	Produção de Materiais	9 meses	9 meses
Estagiário de Nível Superior	----	Externo	Produção de Materiais	9 meses	9 meses
Profissional de nível Superior	----	Aluno do CEFET-MG	Especialista da área de Energia	9 meses	9 meses
Profissional de nível Superior	----	Aluno do CEFET-MG	Especialista da área de Energia	9 meses	9 meses
Estagiário de Nível Médio	----	Aluno do CEFET-MG	Especialista da área de Energia	9 meses	9 meses
Estagiário de Nível Médio	----	Aluno do CEFET-MG	Especialista da área de Energia	9 meses	9 meses



4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário

#### 4.2 Compras de Bens e Materiais de Consumo

As seguintes aquisições bens e materiais de consumo estão previstas, visando-se a execução deste projeto e melhora da infraestrutura:

##### 1) Laboratório de Tecnologias Integradas CEFET-MG (Intechlab):

i) 1 Máquina universal de ensaios; esse equipamento será utilizado no projeto como método de rotina, mas também será útil para a caracterização de materiais relacionados a muitos outros projetos desenvolvidos no CEFET-MG.

ii) 1 impressoras 3 D, com funções especiais para a produção dos suportes.

iii) 1 Cromatógrafo líquido (HPLC) adaptado com colunas para análise exclusão de tamanho (GPC),

iv) computadores que serão utilizados para tratamento de dados, além de

v) drone que integrará o ferramental de aplicação. As aquisições de bens ficarão a cargo da Energisa. Assim como, os materiais de consumo, como reagentes, materiais de escritório, dentre outros.

O valor total de equipamentos doados pela Energisa-MG será de R\$ 850.472,90

##### 2) Laboratórios do Campus III:

- Será doado pela Energisa-MG, para o Campus III do Cefet-MG, os equipamentos para o desenvolvimento do ferramental no valor de R\$ 180.000,00

##### 3) Para compra de materiais de consumo:

Serão destinados R\$80.000,00 para a aquisição de materiais de consumo em geral, incluindo reagentes e material de escritório. Essa compra será a cargo da Energisa-MG que repassará para o CEFET-MG conforme solicitação.

##### 4) Para o custeio de serviços de terceiros:

Como serviços de terceiros estão previstos gastos com o transporte das cruzetas para Belo Horizonte, aquisição de análises complementares para caracterização não disponíveis no CEFET-MG e outras demandas que surgirem durante o desenvolvimento do projeto. Também se inclui aqui os deslocamentos dos membros da equipe técnica para reuniões relacionadas ao Projeto. O valor total provisionado para essa categoria é de R\$ 361.500,00.

##### 5) Participação em Eventos e Congressos:

Os gastos relacionados a participação da equipe em eventos e congressos serão de responsabilidade da Energisa-MG e foram destinados R\$ 120.000,00 para essa demanda.

#### 4.3 Uso de Instalações e Equipamentos do CEFET-MG

Serão utilizadas as Instalações dos laboratórios 01, 02, 03 do Campus VI do CEFET-MG. Os equipamentos existentes nesses laboratórios que servirão ao projeto são, principalmente: (i) extrusora, (ii) Misturador de polímeros, (iii) peletizador (granulador), (iv) impressora 3D, (v) torno, (vi) câmara de degradação acelerado, (vii) espectrofotômetro de absorção na região do infra-vermelho, (viii) termogravimetria, (ix) infra-estrutura de laboratório em geral, além de: (x) mufla e (xi) balança analítica (laboratório de manipulação, campus VI).

Também serão utilizados os seguintes laboratórios do Campus III: i) Laboratório de CAD/CAM, ii) laboratório Usinagem, iii) Laboratório de Ajustagem, iv) Laboratório de Soldagem, v) Laboratório de Metalografia.



4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário

### 1. CRONOGRAMA

Período de Realização	Início	Mês	Ano	Fim	Mês	Ano	Parâmetro de tempo (X)								
		03	2019		08	2020	Mensal	Bimestral	x	Trimestral					

Ações	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Capacitar a equipe técnica para recolhimento das cruzetas	X								
Recolhimento das cruzetas no campo.	X	X							
Levantamento preliminar de polímeros e demais compostos candidatos a serem testado.	X								
Caracterização das Cruzetas.		X	X	X	X				
Desenvolvimento da formulação do material polimérico híbrido a ser aplicado nas cruzetas de madeira degradadas.		X	X	X	X	X	X		
Realização dos testes, em Laboratório, de aplicação do material "versão beta" nas cruzetas.				X	X				
Desenvolvimento e testes de ferramental para aplicação do material polimérico				X	X	X	X	X	X
Aplicação do material polímero em 20 cruzetas localizadas nas áreas de concessão da Energisa tenham sinais previamente criados pela comunidade surda.					X	X	X	X	X
Retirada das cruzetas nas quais foram aplicadas o material polimérico							X		
Desenvolvimento da "versão 2" do material polimérico:								X	X
Diagnóstico do estado das cruzetas do Grupo Energisa: mineração de dados.							X	X	X
Retirada das cruzetas nas quais foram aplicados o material polimérico "versão 2" (em linha morta)									X
Resultados Finais: Produção de patentes e elaboração de artigos e relatório final.							X	X	X

### 6. PARTICIPAÇÃO EXTERNA

6.1 Participação de Fundação de Apoio		
Fundação de Apoio como Contratante	X	Fundação de Apoio como Interviente
Outro (identificado na seção abaixo)		Fundação de Apoio como Contratada
Sem participação externa		
6.2 Identificação do Partícipe Externo 01		
Razão Social:		CNPJ:
ENERGISA MINAS GERAIS - DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A		19.527.639/0001-58
Endereço:	Bairro:	Município – UF:
Praça Rui Barbosa, n° 80	Centro	Cataguases- MG



4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário

<b>CEP:</b>	36.770-901	<b>TEL:</b>	(32) 34224969	<b>Site:</b>	<a href="https://www.energisa.com.br">https://www.energisa.com.br</a>
<b>Representante Legal:</b>				<b>Cargo:</b>	
Felipe Graça de Avelar				Gerente Corporativo	
<b>CI:</b>	<b>CPF:</b>	<b>TEL:</b>	<b>E-mail:</b>		
34288777	21363948865				

**6.3 Obrigações das Instituições Participantes (compromissos / investimentos / recursos)**

• **Caberá ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG):**

Disponibilizar pessoal docente do CEFET-MG e selecionar e coordenar discente dos diversos níveis de ensino para atuação no projeto; Disponibilizar a infraestrutura apropriada para o desenvolvimento dos materiais híbridos para revestimento e proteção das cruzetas de madeira degradadas; Disponibilizar equipamentos necessários para a caracterização dos materiais desenvolvidos, antes e após os testes de envelhecimento acelerado; Disponibilizar a infraestrutura necessária para a confecção dos protótipos

• **Caberá à Companhia Elétrica Energisa Minas Gerais:**

Contribuir com troca de conhecimento técnico na área específica entre os funcionários e alunos; Disponibilizar o corpo técnico capacitado para a coleta das amostras, cruzetas degradadas de madeira; Fomento à FCM para pagamento de bolsas de pesquisa/ iniciação científica/extensão à equipe executora e custos operacionais da Fundação; Aquisição dos equipamentos complementares e materiais de consumo necessários para a execução do projeto; Doar ao CEFET-MG, a título de contrapartida, os equipamentos e insumos adquiridos para complementação da Infraestrutura dos laboratórios já existentes; e Contração de análises complementares.

• **Caberá à Fundação CEFETMINAS:**

Realizar o pagamento de bolsas a profissionais e estudantes envolvidos no projeto de extensão.

Coordenador da Ação

Data: 18 / 03 / 2019



4



*PLANO DE TRABALHO Nº 204/2019 - GDG (11.36)*

*(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)*

*(Assinado digitalmente em 28/06/2019 17:59 )*

*FLAVIO ANTONIO DOS SANTOS*

*DIRETORA-GERAL - TITULAR*

*CEFET-MG (11.00)*

*Matrícula: ###06#4*

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número: **204**, ano: **2019**, tipo:  
**PLANO DE TRABALHO**, data de emissão: **27/06/2019** e o código de verificação: **b246c5a296**