

**1º TERMO ADITIVO AO ACORDO DE PARCERIA  
PARA PESQUISA DESENVOLVIMENTO E  
INOVAÇÃO FIRMADO ENTRE VALE S.A., A  
UFES E A FEST em 01/10/2020**

Pelo presente instrumento de um lado a **VALE S.A.**, sociedade sediada na Praia de Botafogo nº 186, Rio de Janeiro – RJ, CEP 22.250-145, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 33.592.510/0001-54, adiante denominada **VALE**, aqui representada por seus representantes legais infra assinados, e, de outro lado, a **UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**, com sede administrativa na Av. Fernando Ferrari, nº 514, Bairro Goiabeiras, Vitória / ES, inscrita no CNPJ sob o nº 32.479.123/0001-43, neste ato representada por seu Reitor, Prof. Paulo Sérgio de Paula Vargas, portador do RG nº 337.068 SSP/ES, CPF nº 526.372.397-00, adiante denominada **UFES**, e com interveniência da **FUNDAÇÃO ESPÍRITO-SANTENSE DE TECNOLOGIA – FEST**, CNPJ: 02.980.103/0001-90, com sede na Av. Fernando Ferrari, 845 – Campus Universitário – Goiabeiras Vitória – ES – 29.061-973, neste ato representada por Armando Biondo Filho, inscrito no CPF: 376.717.407-30, adiante denominada **FUNDAÇÃO**, individualmente denominadas “Parte” e em conjunto “Partes”,

**CONSIDERANDO** que, em **01/10/2020**, as Partes celebraram o Acordo de Parceria para Pesquisa Desenvolvimento e Inovação, doravante denominado “Acordo”, para execução do projeto de pesquisa **“Desenvolvimento de resinas para a inibição de crescimento vegetal: potencial aplicação em vias ferroviárias da empresa VALE”**, a seguir denominado Projeto;

**CONSIDERANDO** que as Partes mantêm a relação jurídica em condições de pleno equilíbrio;

**CONSIDERANDO** que as Partes desejam alterar o valor, o prazo de vigência e o Anexo I do Acordo, bem como inserir cláusula pertinente a Proteção Geral de Dados;

Resolvem celebrar o presente 1º Termo Aditivo ao Acordo (“Termo Aditivo”), de acordo com as seguintes cláusulas e condições:

- 1.1. O presente Termo Aditivo tem como objeto alterar o valor, o prazo de vigência e o Anexo I do Acordo, bem como inserir cláusula pertinente a Proteção Geral de Dados.

## **CLÁUSULA SEGUNDA – DAS ALTERAÇÕES**

- 2.1. Em consequência do disposto na cláusula 1.1, as cláusulas 3.1, 3.2 e 3.3 do Acordo passarão a ter a seguinte redação:

*3.1 O valor total a ser desembolsado pela VALE à FUNDAÇÃO para execução do Projeto pela UFES é de R\$ 1.245.397,60 (um milhão, duzentos e quarenta e cinco mil, trezentos e noventa e sete reais e sessenta centavos). A FUNDAÇÃO deverá abrir conta bancária específica para o Projeto.*

*3.1.1 Os valores constantes da presente Cláusula já incluem as despesas operacionais demais custos da FUNDAÇÃO, incluindo-se eventuais taxas de manutenção de conta bancária específica, no limite da rubrica específica de despesa operacional constante do Anexo I, e os custos diretos e indiretos referentes à execução do Projeto, incluindo-se os encargos sociais, não cabendo à VALE quaisquer desembolsos adicionais para tais fins.*

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.

3.1.2 A alteração de rubricas de despesas dependerá da prévia, escrita e expressa anuência da **VALE**, que poderá, ou não autorizar conforme seus critérios internos de financiamento de pesquisa, sem necessidade de Termo Aditivo, salvo na hipótese de alteração do valor do presente instrumento.

3.1.3 Nenhum valor adicional será desembolsado pela **VALE**, salvo disposto em Termo Aditivo devidamente assinado pelas Partes.

3.2 O valor será desembolsado conforme previsto no Cronograma de Desembolso constante do Anexo I.

3.3 As parcelas serão desembolsadas pela **VALE** até o 45o (quadragésimo quinto) dia após o recebimento pela **VALE** da documentação hábil de cobrança, conforme indicação pela **VALE**.

3.3.1 Os pagamentos da segunda parcela em diante estarão condicionados às entregas e execução das atividades constantes do Anexo I, itens 16 e 17, previstas para o período, bem como da entrega pela **FUNDAÇÃO** à **VALE** e aprovação pela **VALE** da prestação de contas parcial prevista para o período e desembolsos anteriores, conforme constante do Anexo I.

3.3.2 A não entrega pelas Partes responsáveis e/ou a não aprovação pela **VALE** dos relatórios e demais entregas definidas nos itens 16 e 17 do Anexo I, incluindo-se as prestações de contas, poderão ensejar a suspensão dos pagamentos pela **VALE**.

3.3.3 As hipóteses de suspensão de pagamento de que tratam os itens acima não estão sujeitas a qualquer correção ou incidência de encargos de mora durante o período em que a(s) obrigação(ões) que originou(aram) a suspensão permanecer(em) pendente(s) de regularização.

2.2 Em consequência do disposto na cláusula 1.1, a cláusula 7.1 do Acordo passará a ter a seguinte redação:

7.1 O presente ACORDO vigorará pelo prazo de 40 (quarenta) meses, a partir da data de sua assinatura, extinguindo-se após o cumprimento de todas as suas obrigações, sendo certo que a cláusula de Propriedade Intelectual, terá vigência de 20 (vinte) anos e as de confidencialidade pelo prazo de 10 (dez) anos a contar do encerramento do ACORDO.

2.3 Em consequência do disposto na cláusula 1.1, as Partes concordam, ainda, em incluir a Cláusula Décima Quarta ao instrumento, que passará a vigorar com a seguinte redação:

#### CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA – DO TRATAMENTO E PROTEÇÃO DE DADOS PESSOAIS

14.1. As Partes deverão, nos termos deste Instrumento, cumprir com suas respectivas obrigações que lhes forem impostas de acordo com as diretrizes estabelecidas nas “Leis de Proteção de Dados Pessoais” que, para fins desta cláusula, significam todas as leis, regras, regulamentos, ordens, decretos, orientações normativas e auto-regulamentações aplicáveis à proteção de dados pessoais, incluindo, sem limitação, a Lei nº 13.709/2018 (“LGPD”).

14.2. Fica desde já acordado que cada Parte será a única responsável por determinar sua conformidade com as Leis de Proteção de Dados Pessoais aplicáveis a ela. Em nenhum caso, uma Parte deverá monitorar ou aconselhar a outra Parte sobre as Leis de Proteção de Dados Pessoais aplicáveis à outra Parte. Cada Parte será responsável pela suficiência de suas políticas e salvaguardas de proteção de dados pessoais, em conformidade com as Leis de Proteção de Dados Pessoais.

14.3 Caso qualquer das Partes considere, de comum acordo que são necessárias medidas adicionais para regular a proteção de dados pessoais relacionadas ao cumprimento das obrigações do presente Instrumento, em conformidade com as Leis de Proteção de Dados Pessoais, as Partes se comprometem, desde já, em executar acordos adicionais e/ou a celebrar Termo Aditivo ao presente instrumento para cumprir tal finalidade.

2.4 Em consequência do disposto na cláusula 1.1, fica o Anexo I do Acordo substituído pelo anexo do presente instrumento.

### CLÁUSULA TERCEIRA – DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

- 3.1. As Partes, através do presente Termo Aditivo, dão a mais plena, geral, rasa e irrevogável quitação, para todos os fins de direito, por todos os fatos passados até a presente data, ratificando todos os atos praticados e nada mais tendo a reivindicar, em juízo ou fora dele, a qualquer título, em relação às obrigações contratuais até aqui já executadas.
- 3.1.1 A quitação outorgada no item 3.1 acima não se aplica às garantias legais e/ou contratuais, bem como as demais responsabilidades das Partes que, por sua natureza tenham caráter perene ou prazo prescricional ainda não decorrido, especialmente as relativas à responsabilidade civil perante terceiros, encargos trabalhistas e previdenciários, obrigações fiscais, direitos de propriedade intelectual e obrigação de confidencialidade, bem como a qualquer pleito futuro baseado em fatos desconhecidos pelas outra Parte na data do presente Termo Aditivo.
- 3.1.2 A quitação não se aplica, ainda, a eventuais prestações de contas, produtos e entregas pendentes de entrega pela **UFES** e/ou **FUNDAÇÃO**, ou ainda que estejam sob análise da **VALE**, que poderão ensejar a suspensão dos desembolsos pela **VALE**, conforme a Cláusula Terceira do Acordo.
- 3.2 Permanecem inalteradas e ratificadas todas as demais Cláusulas do Acordo e de seus aditivos anteriores, naquilo em que não conflitarem com o teor deste instrumento.
- 3.3 Para fins de clareza, a Cláusula Décima Quarta do Acordo passará a ser denominada – Cláusula XIV – Proteção Geral de Dados; a Cláusula Décima Quinta- passará a ser denominada – Cláusula XV- Das Disposições Gerais e, a Cláusula Décima Sexta – Do Foro.

Em caso de assinatura física, o Contrato será assinado em 3 (três) vias de igual teor e forma, para um só efeito. Como alternativa à assinatura física do Contrato, as Partes declaram e concordam que a assinatura mencionada poderá ser efetuada em formato eletrônico. As Partes reconhecem a veracidade, autenticidade, integridade, validade e eficácia deste Contrato e seus termos, incluindo seus anexos, nos termos do art. 119 do Código Civil, em formato eletrônico e/ou assinado pelas Partes por meio de certificados eletrônicos, ainda que sejam certificados eletrônicos não emitidos pela ICP-Brasil, nos termos do art. 10, § 2º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001 (“MP nº 2.200-2”).

Espírito Santo, de de 20

\_\_\_\_\_  
VALE S.A.

Nome:

\_\_\_\_\_  
VALE S.A.

Nome:

\_\_\_\_\_  
UFES

Nome:

\_\_\_\_\_  
FEST

Nome:

---

Pesquisador Lider:  
Eloi Alves

Testemunhas:

---

Nome:  
CPF:

---

Nome:  
CPF:

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho.  
Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Couto e Armando Biondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



# Desenvolvimento de materiais para a inibição de crescimento vegetal: potenciais aplicação em vias ferroviárias da empresa VALE.

Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Priscilla Paiva Luz  
Prof. Dr. Marcos Antônio Ribeiro  
Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira  
Me. Ana Cecília B. Figueira

## FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

Vitória, 10 de julho de 2020  
2<sup>a</sup> versão

[Revisão do aditivo: 01 de novembro de 2021]

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Blondo Filho.  
Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto and Armando Blondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



## Sumário

1.	Dados do Proponente (não abrevie)	3
2.	Dados da Instituição (não abrevie)	3
3.	Dados do Projeto (não abrevie)	3
4.	Dados da Vale (quando aplicável)	3
5.	Pesquisador Líder	3
6.	Equipe do Projeto	4
7.	Palavras-Chave do Projeto (3 palavras)	4
8.	Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página)	4
9.	Descrição do Estado da Arte	5
9.1	Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida	8
10.	Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios, etc)	9
11.	Objetivos	9
11.1	Gerais	9
11.2	Específicos	9
12.	Grau de inovação do projeto	10
12.1	Justificativa	10
13.	Justificativa de Interesse	18
14.	Metodologia de Pesquisa	19
15.	Metas	26
16.	Resultados Esperados	27
17.	Retorno do projeto (ambiental, social, econômico...)	27
18.	Cronograma de Atividades e Marcos (36 meses)	28
19.	Produtos	28
20.	Plano de Trabalho para os Candidatos a Bolsas de Pesquisa	29
21.	Fluxo de caixa do projeto	28
21.1	Justificativas das solicitações de alterações do fluxo de caixa	39
22.	Informações Adicionais – Adição de linha de investigação	42
22.1	Argilas Bentoníticas como aditivo para reflexão da radiação solar e controle de absorção de radiação pelos vegetais.	42
23.	Referências Bibliográficas da Pesquisa	44
24.	Infraestrutura necessária já existente	47
25.	Auxílio recebido ou solicitado a outras entidades para o projeto (indicar moeda)	48
26.	Candidatos a bolsas de pesquisa que possuem vínculo empregatício	48
27.	Anexos	48
28.	Assinaturas	48

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vieira, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Blondo Filho.  
 Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldesassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vieira, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto and Armando Blondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldesassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



## 1. Dados do Proponente (não abrevie)

<b>Nome do Proponente:</b>	Eloi Alves da Silva Filho
<b>CPF:</b>	079.530.368-86
<b>Data de nascimento:</b>	22/10/1958
<b>Sexo (M/F):</b>	M
<b>Nacionalidade:</b>	Brasileiro
<b>Naturalidade (cidade):</b>	Teresina-PI

## 2. Dados da Instituição (não abrevie)

<b>Nome da Instituição:</b>	Universidade Federal do Espírito Santo
<b>Departamento em que atua:</b>	Departamento de Química
<b>Nome da Instituição:</b>	DQUI-CCE-UFES
<b>Cidade:</b>	Vitória
<b>Estado:</b>	Espírito Santo

## 3. Dados do Projeto (não abrevie)

<b>Nome do Projeto:</b>	Desenvolvimento de resinas para a inibição de crescimento vegetal: potencial aplicação em vias ferroviárias da empresa VALE.		
<b>Linha de Pesquisa*:</b>	Reuso de polímeros		
<b>Duração do Projeto:</b>	36 meses		
<b>Versão</b>	<b>Data</b>	<b>Autor</b>	<b>Alteração</b>
1	26/09/2018		
2	18/05/2020		
3	01/11/2021		Solicitação de Aditivo.

\*No âmbito das linhas de pesquisa apresentadas pela Vale.

## 4. Dados da Vale (quando aplicável)

<b>Área da Vale envolvida:</b>	Meio Ambiente
<b>Contato:</b>	Renata Frank
<b>e-mail</b>	renata.frank@vale.com

## 5. Pesquisador Líder

Caso o proponente não seja o líder do projeto, informar:

<b>Nome</b>		
Eloi Alves da Silva Filho		
<b>Área de Formação/Especialização</b>		
Química/Físico-Química		
<b>Telefone</b>	<b>Celular</b>	<b>E-mail</b>
27-4009-2365	27-999445630	eloisilv@gmail.com ou eloilva@ufes.br



Titulação	Regime de Trabalho
<input type="checkbox"/> Graduado <input type="checkbox"/> Especialista <input type="checkbox"/> Mestre <input type="checkbox"/> Doutor <input checked="" type="checkbox"/> Pós-Doutorado	<input type="checkbox"/> Contrato Temporário <input checked="" type="checkbox"/> Dedicção Exclusiva <input type="checkbox"/> ___ horas semanais

## 6. Equipe do Projeto

Nome	Titulação	Participação e função no Projeto	Link na Plataforma Lattes
Renata Frank	Mestrado	Coordenadora Vale	(não cadastrada)
Eloi Alves da Silva Filho	Doutor	Pesquisador Líder	<a href="http://lattes.cnpq.br/825970828888423">http://lattes.cnpq.br/825970828888423</a>
Priscilla Paiva Luz	Doutora	Pesquisadora (contrapartida UFES)	<a href="http://lattes.cnpq.br/3663470249624866">http://lattes.cnpq.br/3663470249624866</a>
Marcos Antônio Ribeiro	Doutor	Pesquisador (contrapartida UFES)	<a href="http://lattes.cnpq.br/358761260948763">http://lattes.cnpq.br/358761260948763</a>
Fábio Luiz de Oliveira	Doutor	Pesquisador (contrapartida UFES)	<a href="http://lattes.cnpq.br/890445108362749">http://lattes.cnpq.br/890445108362749</a>
Ana Cecília Bulhões Figueira	Mestre	Desenvolvimento Tecnológico	<a href="http://lattes.cnpq.br/733768548789226">http://lattes.cnpq.br/733768548789226</a>
<b>Tonny Araujo Moreira</b>	<b>Iniciação científica</b>	<b>Auxiliar de Pesquisa</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/3055173910166102">http://lattes.cnpq.br/3055173910166102</a>
<b>Denilson Almeida de Souza</b>	<b>Iniciação científica</b>	<b>Auxiliar de Pesquisa</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/0530353580047207">http://lattes.cnpq.br/0530353580047207</a>
<b>Julia Mathias Castro</b>	<b>Iniciação científica</b>	<b>Auxiliar de Pesquisa</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/7387684106339209">http://lattes.cnpq.br/7387684106339209</a>
<b>Drielly Aparecida Paixão</b>	<b>Pós-Doutoranda</b>	<b>Pesquisadora</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/5334431133600987">http://lattes.cnpq.br/5334431133600987</a>
<b>Leandro Pin Dalvi</b>	<b>Doutor</b>	<b>Colaborador</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/7662111330884819">http://lattes.cnpq.br/7662111330884819</a>
<b>Gustavo dos Reis Gonçalves</b>	<b>Doutor</b>	<b>Colaborador</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/3786753743030394">http://lattes.cnpq.br/3786753743030394</a>

## 7. Palavras-Chave do Projeto (3 palavras)

Pigmentos naturais, Reciclagem de polímeros, Inibição de crescimento vegetal.

## 8. Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página)

No Brasil, país de dimensões continentais, o transporte ferroviário representa uma alternativa logística extremamente importante para o escoamento de produtos, especialmente, para a indústria da mineração, que integra minas, ferrovias, navios e portos. Entretanto, a operação das ferrovias sofre com interrupções para manutenção de diversas naturezas, incluindo-se a remoção de vegetação que cresce ao longo do lastro e entorno das vias férreas permanentes, ocasionando, entre outras intercorrências, prejuízos econômicos.

Assim, a busca por tecnologias que impeçam ou diminuam a taxa de crescimento vegetal no entorno das ferrovias, bom como em outras áreas não agrícolas, como margens de rodovias, oleodutos, subestações de energia, etc., tem ganhado interesse científico e do mercado como um todo, sendo o controle químico com o uso de herbicidas um dos métodos mais utilizados. Dependendo da forma, quantidade e duração de aplicação, esses agentes químicos podem ocasionar contaminação ambiental (solo, água, plantas e animais), com potencial de geração de problemas crônicos aos seres humanos. Alguns desses herbicidas, por serem



quimicamente estáveis, são persistentes na natureza, sendo transportados pela água, alimentos e até mesmo no corpo humano, causando um efeito nefasto longínquo.

Diante disso, este projeto de pesquisa apresenta uma abordagem inovadora e sustentável para o desenvolvimento de materiais que possam inibir o crescimento vegetal espontâneo no entorno das ferrovias e demais áreas de interesse não agrícolas, através da diminuição da atividade fotossintética das espécies vegetais, utilizando como materiais de partida, resinas obtidas através da reciclagem de plásticos do tipo PET, PS, PEAD, PEBD, entre outros, associadas a pigmentos naturais, ou sintetizados, e extratos vegetais contendo substâncias alelopáticas ou inibidores de luz.

## 9. Descrição do Estado da Arte

O controle do crescimento espontâneo de vegetação tem sido um dos grandes desafios para diversos setores da economia, seja em áreas utilizadas para agricultura quanto em áreas não agrícolas, como margens de rodovias, ferrovias, oleodutos, linhas de alta tensão e subestações de energia, entre outras. Nas áreas agrícolas, o crescimento das chamadas plantas daninhas impacta negativamente na produtividade, pois as mesmas competem por água e nutrientes com os vegetais e grãos de interesse produtivo. Já nas áreas não agrícolas, essas plantas são responsáveis por prejuízos econômicos pela necessidade de podas constantes, uma vez que podem atrapalhar, por exemplo, a sinalização e a visibilidade nas rodovias, oferecendo riscos aos motoristas. Também dificultam o fluxo livre das locomotivas nas linhas férreas, provocando desgaste do trilho e danos ao maquinário, gerando maior necessidade e custos de manutenção.<sup>1</sup>

Historicamente, o mercado opta pelo uso de substâncias químicas conhecidas como herbicidas, que por serem bastante específicos e efetivos, são aplicados para impedir o crescimento espontâneo de vegetação. No mundo todo, dos 2 milhões de toneladas de pesticidas utilizados anualmente, cerca de 47,5% são herbicidas, tais como Glifosato, 2,4-D, Atrazina, Lactofem, Diquate, etc., cujo alvo primário são as plantas de interesse econômico, atuando contra insetos e fitopatógenos (fungos e bactérias) e, secundariamente, são aplicados contra o crescimento de vegetação espontânea. No período histórico que compreende os anos de 2000 a 2017 o Brasil registrou um aumento gradual no número de toneladas de ingredientes ativos dos herbicidas consumidos no país (Figura 1), saltando de cerca de 150 mil toneladas/ano para cerca de 540 mil toneladas/ano, sendo os ingredientes ativos Glifosato e 2,4-D (ácido 2,4- diclorofenoxyacético) os mais comercializados oficialmente no país.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ABOUZIENA, H.F., HAGGAG, W.M. *Weed Control in Clean Agriculture: A Review*. Planta Daninha **34** (2016): 377–92.

<sup>2</sup> IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil – uma abordagem ambiental*. Brasília. **2010**.

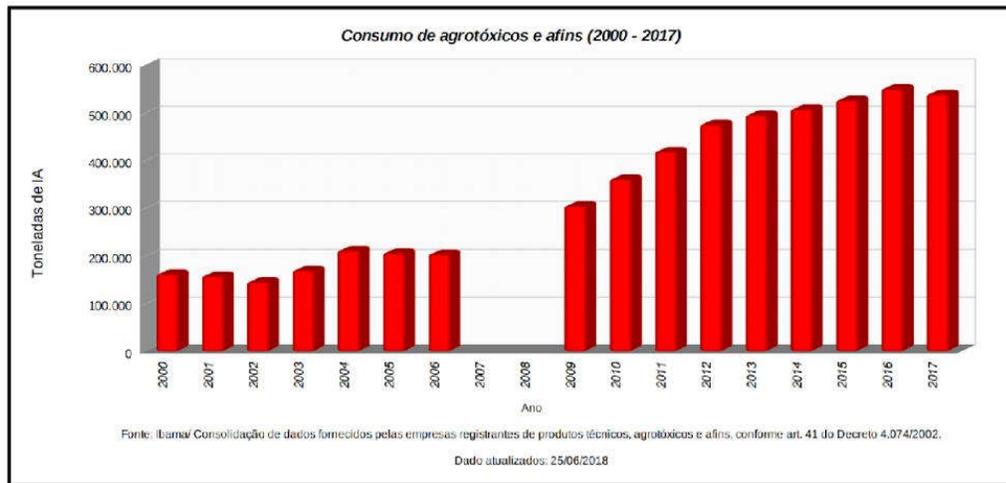


Figura 1: Evolução do consumo de agrotóxicos e afins no Brasil (2000 – 2017). Fonte: IBAMA.<sup>3</sup>

Nesse processo, matrizes ambientais inteiras são contaminadas, além dos trabalhadores, moradores do entorno das áreas aplicadas e outros animais. Dentre as consequências relacionadas ao uso de herbicidas, destacam-se a contaminação à saúde humana e ao ambiente, além do desenvolvimento de resistência que as pragas podem adquirir devido à seleção natural, tornando-se necessária uma introdução constante de novos herbicidas no mercado.<sup>4,5,6,7</sup> Atualmente, existem mais de 300 biótipos resistentes a herbicidas catalogados ao redor do planeta, envolvendo 181 espécies daninhas, sendo que no Brasil, já foram descobertas 33 espécies resistentes a diferentes mecanismos de ação.

Diante desses fatos, a busca por novos métodos e tecnologias limpas para a realização do controle do crescimento de espécies vegetais tornou-se essencial, e diferentes técnicas têm sido estudadas e aplicadas, com destaque para a capina mecânica, solarização do solo (cobertura de polietileno transparente para retenção de calor), uso de cobertura morta biodegradável (mantas), uso de vapor d'água quente, práticas agronômicas (plantação de culturas competitivas, na agricultura), controle elétrico, etc. Entretanto, trata-se de soluções ainda em desenvolvimento ou que já apresentam desvantagens associadas, como alto custo, tempo de aplicação demorado, difícil disposição de resíduos gerados (mantas e solarização, após a retirada das coberturas), retorno do crescimento vegetal, alta demanda de energia (vapor d'água).

Uma alternativa, chamada de controle natural, baseia-se na utilização de plantas que liberam substâncias prejudiciais (inibitórias ou supressoras) a outras, fenômeno conhecido como alelopatia, reduzindo ou até mesmo inibindo totalmente o desenvolvimento de plantas daninhas.<sup>8</sup> Alelopatia é um fenômeno no qual os metabólitos

<sup>3</sup> Consumo de agrotóxicos e afins (2000 – 2017). IBAMA, disponível em [https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2017/Grafico-Consumo\\_agrotoxicos\\_2000-2017.pdf](https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2017/Grafico-Consumo_agrotoxicos_2000-2017.pdf), acesso em 27/09/2018.

<sup>4</sup> GIESY, J. P. et al. *Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide*. In: *Reviews of environmental contamination and toxicology*. Springer New York, **2000**. p. 35-120.

<sup>5</sup> EDDLESTON, Michael et al. *Pesticide poisoning in the developing world*—a minimum pesticides list. *The Lancet*, v. 360, n. 9340, p. 1163-1167, **2002**.

<sup>6</sup> TEBEEST, D.O., Yang, X.B., Cisar, C.R. (1992). *The status of biological-control of weeds with fungal pathogens*. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 30, 637-657.

<sup>7</sup> BECKIE, H.J., Morrison, I.N., 1993. *Effect of ethalfluralin and other herbicides ontrifluralin-resistant green foxtail (setariaviridis)*. *WeedTechnol.* 7, 6–14.

<sup>8</sup> SILVA, C. B.; SIMIONATTO, E.; HESS, S. C.; PERES, M. T. L. P.; SIMIONATTO, E. L.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; POPPI, N. R.; FACCENDA, O.; CÂNDIDO, A. C. S.; SCALON, S. P. Q. *Composição química e atividade*



secundários sintetizados por plantas influenciam os sistemas biológicos e agrícolas, de forma estimulatória ou inibitória. Envolve a síntese de compostos bioativos conhecidos como aleloquímicos, capazes de atuar como herbicidas naturais. Tais substâncias podem eventualmente servir para atuar contra a resistência desenvolvida por plantas daninhas, e em problemas de saúde e contaminação de solos, causados pelo uso intensivo de agroquímicos sintéticos.<sup>9</sup>

As substâncias aleloquímicas pertencem a várias classes, como terpenos, alcaloides, fenólicos, esteroides, ácidos graxos de cadeia longa, lactonas insaturadas, benzoxiazinonas, derivados do ácido cinâmico, cumarinas e compostos cianogênicos. Atualmente, substâncias alelopáticas derivadas da via do acetato ou via do xiquimato (ácido xiquímico ou ácido trihidróxiciclohex-1-ene-1-carboxílico) ou ambos, combinados com a formulação de herbicidas, têm sido utilizados.<sup>10</sup>

Há pesquisas atuais que destacam a ação de extratos de eucalipto (*Eucalyptus*), mamona (*Ricinus communis*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*), dentre outras, como fontes de substâncias alelopáticas e que têm potencial para a investigação da inibição do crescimento vegetal espontâneo, inclusive há diferenças entre as várias espécies *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*, mas todas são sintetizadoras de aleloquímicos, sendo que compostos fenólicos solúveis em água, terpenoides voláteis e outros inibidores, são encontrados em suas folhas.<sup>11,12,13,14,15,16</sup>

A relevância das pesquisas com os extratos dessas plantas evidencia-se pela capacidade que elas têm de sintetizar metabólitos secundários, que em muitos casos demonstram fitotoxicidade a outras espécies, o que acaba por significar uma forma natural de inibir seu crescimento, sendo assim chamadas de herbicidas naturais.<sup>17</sup>

Alternativamente, pesquisas que avaliam os fatores limitantes da fotossíntese estão sendo estudadas e seus resultados podem auxiliar no desenvolvimento de opções ao uso de herbicidas. Como é sabido, organismos fotossintéticos transformam a energia solar para sintetizar substâncias orgânicas que não podem ser formadas sem a contribuição de energia e utilizam-se de pigmentos naturais (clorofila, carotenoides,

alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 9, p. 2373-2376, 2009.

<sup>9</sup> HOAGLAND, R.E., C.D. Boyette and M.A. Weaver. 2007. *Bioherbicides: Research and risks*. Toxin Reviews 26:313-342. Heap, I. International survey of herbicide resistant weeds. Disponível em <http://www.weedscience.com>, acesso em: 30 set. 2014.

<sup>10</sup> SARTOR, L. R., Lopes, L., Martín, T. N., Ortiz, S. 2015. *Alelopatia de acículas de pinus na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface*. Bioscience Journal 31(2): 470-480.

<sup>11</sup> ISLAM, A.K.M. Mominul, e Hisashi Kato-Noguchi. *Allelopathic Prospective of Ricinus Communis and Jatropha Curcas for Bio-Control of Weeds*. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 63, 8 (2013): 731-39.

<sup>12</sup> SAADAQUI, Ezzeddine, José Martín, Nazih Ghazel, Chokri Romdhane, Nouman Massoudi, e Emilio Cervantes. *Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of Ricinus Communis L. on the Germination of Six Cultivated Species*. *International Journal of Plant & Soil Science* 7, nº 4 (2015): 220-27.

<sup>13</sup> PEREIRA, G. P.; COSTA, A. S. V.; BORÉM, R. A. T. *Efeitos de extratos aquosos de Eucalyptus grandis na germinação de sementes de três culturas agrícolas*. UFLA, Lavras, 2003.

<sup>14</sup> Borges, Clarissa de Souza, Cristina Copstein Cuchiara, e Karina Maculan. *Alelopatia do Extrato de Folhas Secas de Mamona (Ricinus communis L.)* 5 (2007): 3.

<sup>15</sup> BEDIN, C.; MENDES, L. B.; TRECENTE, V. C.; SILVA, J. M. S. *Efeito alelopático de extrato de Eucalyptus citriodora na germinação de sementes de tomate (Lycopersicon esculentum M.)*. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, n.10, dez., 2006.

<sup>16</sup> FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P.; FARIA, T. J. *Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e crescimento inicial de picão-preto e alface*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

<sup>17</sup> ZIMDAHL, R.L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press Inc., San Diego, USA.



ficobilinas) para fazê-lo, pois estes são responsáveis diretos pela absorção da radiação solar. Alterações no suprimento de luz, na disponibilidade de água e nutrientes, mudanças na pressão parcial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) são alguns dos fatores limitantes da fotossíntese que podem ser explorados, sendo que luz, CO<sub>2</sub> e temperatura são os principais fatores ambientes que afetam a fotossíntese.<sup>18</sup>

Nesse sentido, a presente proposta de pesquisa apresenta uma tecnologia inovadora e promissora para a inibição do crescimento vegetal espontâneo em áreas não agrícolas (ferrovias, rodovias, áreas de subestações de energia, oleodutos, etc.), através do desenvolvimento de filmes híbridos à base de resinas poliméricas oriundas da reciclagem de plásticos como poli (tereftalato de etileno) (PET), poliestireno (PS), polietileno de alta densidade (PEAD), Polietileno de baixa densidade (PEBD), entre outros. Os filmes são utilizados como suportes físicos para a incorporação de moléculas cromóforas naturais (pigmentos naturais) que deverão absorver parte da radiação eletromagnética na faixa de comprimento de onda fotossinteticamente ativa, atuando competitivamente pela incidência da radiação solar com a vegetação-alvo, de maneira a diminuir a taxa de crescimento dessas plantas, provocando seu óbito. Outrossim, os filmes aspergidos sobre a vegetação poderão atuar como mantas, alterando a temperatura local e a disponibilidade de água, podendo interferir nos processos fotossintéticos das plantas avaliadas.

Complementarmente, será investigado o uso dos filmes híbridos como veículos dispersantes de substâncias alelopáticas de extratos vegetais (ou aleloquímicas), as quais interferem na germinação de plantas, influenciando no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos, com o intuito de retardar ou impedir o crescimento vegetal espontâneo.

As diferentes estratégias de biocontrole disponíveis deverão ser utilizadas de acordo com cada situação particular, levando-se em conta não apenas os aspectos relacionados à espécie alvo, como também às interações ecológicas envolvidas. Dessa maneira, desenvolver formas alternativas ao controle químico (uso de herbicidas), uma vez que não há interesse em manter quaisquer outras plantas no mesmo local, faz com que o uso de estratégias supressoras ao crescimento de plantas seja bastante interessante, uma vez que não se exige seletividade.

## 9.1 Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida

Como mencionado anteriormente, a proposta de pesquisa apresentada neste projeto ainda não foi totalmente investigada no âmbito científico, embora haja alguns estudos que relacionam isoladamente as técnicas em que se baseiam as propostas, tais como solarização e uso de mantas, foto inibição/foto oxidação fotossintéticas e alelopatia de extratos vegetais.

Dessa forma, a proposta apresentada é inovadora e pretende reunir todos os resultados promissores das técnicas destacadas, aprimorando-as no sentido de produzir materiais limpos do ponto de vista ambiental, já que propõe o uso de pigmentos e extratos naturais, bem como de resinas produzidas pela reciclagem de plásticos residuais, efetivos na inibição de crescimento vegetal espontâneo, aplicáveis em diversos setores da economia (concessionárias de rodovias, de ferrovias, de produção de energia e indústrias diversas) e financeiramente viáveis.

<sup>18</sup> SANTOS, D. M. M. Fisiologia Vegetal. Material da disciplina. UNESP: Jaboticabal, SP, 2005.





- O desenvolvimento dos biofilmes ecológicos, a partir materiais poliméricos enriquecidos com pigmentos naturais, **ou sintetizados**, que promovam diminuição da incidência da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) sobre a vegetação espontânea e com isso retardar ou suprimir o seu crescimento.
- O desenvolvimento dos biofilmes ecológicos, a partir materiais poliméricos enriquecidos com extratos vegetais com atividade alelopática, que promova diminuição ou supressão ao crescimento da vegetação espontânea.
- Promover o teste de diferentes pigmentos naturais como difusores e absorventes de comprimentos de ondas na faixa da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) para composição dos biofilmes ecológicos.
- Estudar a absorção de luz na faixa visível do espectro eletromagnético por compostos de coordenação sintetizados especificamente para esse fim.
- Investigar a eficiência dos filmes poliméricos finos formados com as substâncias cromóforas escolhidas na absorção de luz na região do espectro visível em escala laboratorial.
- Verificar as espécies vegetais presentes na área das linhas férreas da empresa Vale, determinando as estratégias necessárias para a inibição de seu crescimento.

## 12. Grau de inovação do projeto

A inovação desta proposta está centrada no desenvolvimento de alternativas verdes para realização do controle do crescimento vegetal ao longo das VFP, bem como em ambientes diversos onde não se deseja o crescimento vegetal espontâneo, como é o caso de margens de rodovias, ferrovias, oleodutos, subestações de energia, etc. A criação de soluções ecologicamente sustentáveis que auxiliem no controle do crescimento vegetal, através da inibição do crescimento das espécies ou até mesmo redutor do número de intervenções para a limpeza das vias férreas, é sem dúvida a uma grande inovação pretendida por este projeto.

Além disso, a possibilidade de utilizar pigmentos naturais e extratos vegetais que contenham substâncias alelopáticas, bem como a aplicabilidade de resinas derivadas de polímeros, dos tipos PET, PS, PEAD, PEBD, entre outros, inova no sentido do reaproveitamento de materiais, da sustentabilidade de processos e faz uso de uma tecnologia previamente desenvolvida entre a própria empresa Vale e o grupo de pesquisa proponente.

### 12.1 Justificativa

A empresa Vale é uma das maiores mineradoras do mundo, responsável pela maior produção de minério de ferro (348,8 mi ton<sup>3</sup>), pelotas e níquel do planeta. A empresa brasileira, de capital aberto, atua em mais de 30 países ao redor do globo e, para garantir a logística de sua operação, utiliza-se de uma rede de infraestrutura integrada, minas, ferrovias, navios e portos.

No Brasil, especialmente, as ferrovias desempenham um papel fundamental para o escoamento dos processos da empresa, sendo, portanto, um dos diferenciais competitivos da Vale. Somente no país, são mais de 2 mil quilômetros de malha ferroviária cobertos pela companhia, que ainda possui acordos para utilização

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique de Albuquerque Stanzani e assinado eletronicamente por Paulo Vargasa Adriano Dutra Vilela. Para verificar a validade das assinaturas, vá ao site https://vare.portaldassinaturas.com.br/ ou utilize o código 0499-A9-29-00-C12-9398. Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique de Albuquerque Stanzani e assinado eletronicamente por Paulo Vargasa Adriano Dutra Vilela. Para verificar a validade das assinaturas, vá ao site https://vare.portaldassinaturas.com.br/ ou utilize o código 0499-A9-29-00-C12-9398.



de linhas férreas em outros países.<sup>19</sup> Além do uso das vias férreas para as operações da empresa, a Vale ainda oferece transporte de passageiros, com destaque às estradas de ferro Vitória-Minas, que liga os estados do Espírito Santo e Minas Gerais (Figura 2) e Carajás, conectando os estados do Pará, Tocantins e Maranhão (Figura 3).



Figura 2: Estrada de Ferro Vitória – Minas.<sup>20</sup>



Figura 3: Estrada de Ferro Carajás.<sup>21</sup>

Para sustentar a contínua expansão de suas operações e responder ao alto grau de competitividade do mercado, a Vale investe na ampliação e no aumento da capacidade de suas ferrovias. Todavia, a empresa enfrenta algumas dificuldades, como os casos de interdição de ferrovias, que podem prejudicar no seu

<sup>19</sup> <http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Paginas/default.aspx>, acesso em 30/08/2018.

<sup>20</sup> Estrada de Ferro Vitória – Minas, disponível em [http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia\\_vitoria\\_minas.jpg](http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia_vitoria_minas.jpg), acesso em 30/08/2018.

<sup>21</sup> Estrada de Ferro Carajás, disponível em [http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia\\_carajas.jpg](http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia_carajas.jpg), acesso em 30/08/2018.

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondi Filho. Para verificar as assinaturas vá até o site <https://vle.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Couto and Armando Biondi Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vle.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



empresa e suas operações, como os municípios que atravessa, trazendo graves prejuízos econômicos. Essas interdições podem ser de ordem interna (planejadas) ou externas (não planejadas), sendo que, dentro das planejadas, destaca-se a paralisação das operações das VFP para manutenções diversas, incluindo-se a remoção de vegetação que cresce ao longo do lastro e entorno das vias.

Assim, a busca por tecnologias que impeçam ou diminuam a taxa de crescimento vegetal no entorno das VFP, tem ganhado interesse da companhia e do mercado como um todo.

O crescimento de plantas espontâneas indesejáveis a atividade humana tem representado uma dificuldade em vários setores da economia. No setor agrícola essas plantas são chamadas de daninhas, exatamente por criar dificuldade nos cultivos das plantas de interesse econômico, uma vez que competem por água, luz e nutrientes, determinando perdas severas de produtividade, e por consequência, prejuízos econômicos. No setor energético, principalmente para as usinas hidrelétricas, as plantas aquáticas também são um empecilho. O crescimento das plantas aquáticas em reservatórios de usinas hidrelétricas tem inúmeras consequências negativas para o ambiente aquático, como aumento de evapotranspiração, obstrução ou redução do fluxo de entrada de água nas turbinas de hidrelétricas, o que impede, em grande parte, o uso múltiplo dos mesmos.

Nesses e em demais ambientes, a principal estratégia de manejo dessas plantas espontâneas tem sido através da aplicação de herbicidas orgânicos sintéticos, que constituem uma ferramenta de controle efetivo do crescimento dessas plantas, porém a utilização intensiva e/ou incorreta de herbicidas pode representar implicações negativas ao ambiente, à saúde humana e animal.<sup>22,23</sup>

Dentre as alternativas para a redução do uso de herbicidas orgânicos sintéticos está o controle biológico de ervas espontâneas. O controle biológico de plantas espontâneas é uma técnica que utiliza organismos vivos para controlar ou reduzir populações de espécies de plantas indesejáveis.<sup>24</sup> A estratégia do controle biológico de plantas espontâneas envolve o aumento da efetividade do organismo candidato, por meio de aplicações inundativas de esporos ou outros propágulos com a finalidade de gerar um alto nível de doença, com consequente morte ou supressão de populações da planta em questão.<sup>25</sup> O interesse na utilização do biocontrole teve seu início na década de 60, com aumentando significativo nos últimos anos, decorrente principalmente do apelo mundial por alimentos mais saudáveis.<sup>26</sup>

Entretanto, o controle biológico possui algumas limitações e não tem sido possível implementá-lo com sucesso em todas as situações em que é necessário. Este método tem sido mais utilizado quando ocorre uma grande densidade ou predominância de uma espécie de planta daninha em uma determinada área ou região. Isto porque o controle biológico é muito seletivo, ou seja, os organismos utilizados como agentes de biocontrole são geralmente específicos para determinadas espécies de plantas e, portanto, não atuam contra um complexo florístico.

<sup>22</sup> SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, **2007**. p. 17-62.

<sup>23</sup> FARIA, N.X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. *Pesticides poisoning in Brazil: the official notification system and challenges to conducting epidemiological studies*. CienSaude Colet; v. 12, nº 1, p. 25-38, **2007**.

<sup>24</sup> Van Den BOSH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. *An introduction to biological control*. New York: Plenum Press, **1987**. 247 p.

<sup>25</sup> CHARUDATTAN, R. *The mycoherbicide approach with plant pathogens*. In: Microbial Control of Weeds. D. O. Tebeest, ed., New York, Chapman and Hall, p.24-57. **1991**.

<sup>26</sup> NACHTIGAL, G. F. *Desenvolvimento de agente de controle biológico microbiano de Egeria densa e Egeria najas*. 2000. 160 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, **2000**.



A partir desses entraves surgem as pesquisas com estratégias para supressão do crescimento da vegetação espontânea, como ocorre com o uso do plástico, através da cobertura física do solo (agrofílm) também chamado de *mulching*, que tem sido muito usada na agricultura, e tem apresentado grandes resultados.<sup>27</sup> No entanto, o sucesso da técnica depende de um preparo do local, o que fica inviável de ser realizado nas condições marginais de linhas férreas.

Todavia, a base do conhecimento aplicado, nesses casos, auxilia em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias, pois o seu funcionamento se baseia nas condições de restrições impostas às plantas, principalmente na aquisição de radiação de comprimento de onda fotossinteticamente ativa (RFA). Dessa forma é possível identificar e elaborar outras estratégias supressoras ao crescimento das plantas, pela restrição de luz, através da produção de outros filmes, que possam ser aplicados diretamente nas plantas, causando o efeito supressor desejado.

### - Crescimento e desenvolvimento vegetal: respiração e fotossíntese

De forma geral, o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais relacionam-se com fatores internos (ação dos fitormônios ou hormônios vegetais) e externos (provimento e absorção de luz e água, temperatura, etc.). Nesse sentido, as raízes das plantas são responsáveis diretas pela fixação e absorção de nutrientes externos e cumprem funções de armazenamento e condução dos mesmos.<sup>28</sup>

Dentre os processos fundamentais existentes para o pleno crescimento e desenvolvimento vegetal, destacam-se a *respiração* e a *fotossíntese*. A respiração constitui a etapa na qual a energia dos carboidratos é transferida para a molécula de trifosfato de adenosina (ATP), transportadora de energia, tornando-se disponível para as necessidades energéticas imediatas da célula (Equação 1), e a fotossíntese, é a transformação de energia solar (radiação solar) em energia química para os processos de síntese de carboidratos nos vegetais utilizando-se de CO<sub>2</sub> e água (H<sub>2</sub>O) (Equação 2).<sup>29</sup>



Equação 1: Equação global da respiração celular.



Equação 2: Equação global dos processos de fotossíntese.

A respiração e a fotossíntese são, portanto, processos complementares e somente o equilíbrio entre eles (ponto de compensação)<sup>30</sup> resulta na nutrição e no desenvolvimento pleno do vegetal. A respiração é um processo independente de luz e pode ser realizada no escuro e a fotossíntese depende diretamente da

<sup>27</sup> GOTO, R. *Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica*. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 15, p. 163-165, 1997. Palestra. Suplemento

<sup>28</sup> Apostila de Introdução à Biologia Vegetal. UFSCar, 2002. Disponível em <http://biologia.ifsc.usp.br/bio3/outros/02-Morfologia.pdf>, acesso em 03/09/2018.

<sup>29</sup> Apostila de Introdução à Biologia Vegetal. UFSCar, 2001. Disponível em <http://biologia.ifsc.usp.br/bio3/outros/03-Fisiologia.pdf>, acesso em 03/09/2018.

<sup>30</sup> Ponto de compensação: intensidade luminosa na qual a taxa fotossintética se iguala à da respiração.







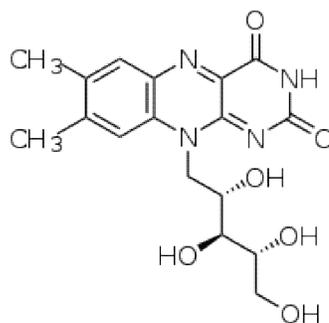


Figura 8: Estrutura química da riboflavina.<sup>41</sup>

#### - Extrato de urucum

O principal princípio corante encontrado nos extratos das sementes de urucum é o carotenóide bixina (Figura 9), que é o monometiléster do ácido dicarboxílico norbixina. O comportamento químico do extrato de urucum é essencialmente o da bixina, um material cristalino vermelho-marrom que se funde a 198 °C. É moderadamente estável à luz e tem boa estabilidade frente à oxidação, mudança de pH e ataque microbiano. Com relação a estabilidade térmica, a bixina é muito estável até temperaturas de 100 °C, sendo pouco estável a temperaturas 100 a 125 °C, tendendo a formar o ácido 13-carbometoxi-4,8-dimetiltridecahexano-oico. A bixina é lipossolúvel (clorofórmio, acetona, éter etílico, etanol) e insolúvel em água. Em clorofórmio, apresenta absorções em 439, 470 e 501 nm. A bixina pode ser convertida na norbixina (Figura 9) que é hidrossolúvel e possui absorções a 458, 491 e 527 nm.<sup>42</sup>

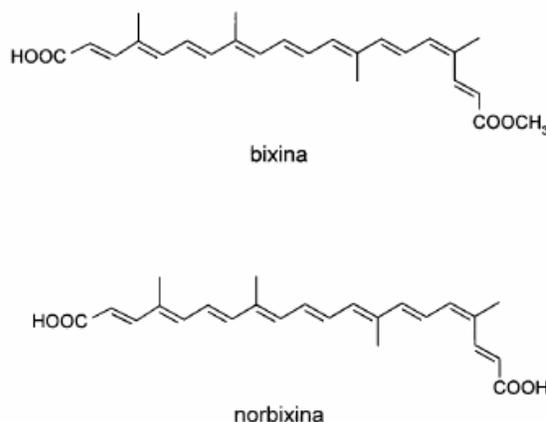


Figura 9: Estrutura da bixina e da norbixina.

#### - Resinas poliméricas oriundas da reciclagem de plásticos (PET, PS, PEAD, PEBD)

O grupo de pesquisa da UFES, chefiado pelo Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho, em parceria com a empresa Vale, obteve uma resina derivada da reciclagem de polímeros do tipo Poli (Tereftalato de Etileno)

<sup>41</sup> Estrutura química da riboflavina. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Riboflavina#/media/File:Riboflavin.svg>, acesso em 13/09/2018.

<sup>42</sup> ALVEZ, R. W. *Extração de corantes de urucum por processos adsorptivos utilizando argilas comerciais e coloidal gasaphrons*. Florianópolis, 2012. 158 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.



(PET) e que está em fase de testes de utilização em vagões de trens de transporte, para realizar a supressão de pó de minério, evitando perdas por derramamento e inibindo a emissão de particulados.<sup>43</sup>

Esta resina é produzida a partir da reciclagem química do PET, através de uma reação de despolimerização alcalina empregando o tensoativo catiônico brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB) como catalisador. Ao final do processo, o CTAB é facilmente separado dos produtos de despolimerização e a estes produtos são adicionados os demais aditivos que completam a formulação da resina, sendo todo o processo protegido por propriedade intelectual.<sup>44,45</sup>

Esta linha de pesquisa pretende extrair, purificar e ancorar quimicamente os pigmentos fotossintéticos naturais, *clorofilas a e b*, *β-caroteno*, *curcumina*, *riboflavina*, *ebixina* na resina PET (e demais plásticos recicláveis) com o intuito de absorver a radiação solar em substituição às plantas ao longo das VFP (e demais áreas de interesse não agrícolas), buscando a supressão do crescimento vegetal nas localidades de aplicação da resina impregnada.

Diante do exposto, a justificativa em desenvolver este projeto se baseia em oferecer propostas tecnicamente possíveis, ambientalmente seguras e economicamente viáveis para o aproveitamento dos materiais poliméricos oriundos do processo de reciclagem de garrafas PET, PS, PEAD, PEBD, entre outros, com intuito final de aplicação em vias ferroviárias, inibindo o crescimento de vegetação espontâneo, bem como em ambientes diversos onde não se deseja o crescimento vegetal espontâneo, como é o caso de manto de rodovias, ferrovias, oleodutos, subestações de energia, etc..

### 13. Justificativa de Interesse

Como citado anteriormente, independentemente do setor industrial, a estratégia mais comumente utilizada para eliminar o crescimento vegetal espontâneo, é o uso de substâncias químicas (herbicidas). Porém, sabe-se que a utilização extensa ou incorreta destes princípios ativos, representa implicações danosas ao meio ambiente.<sup>4,5</sup>

Anualmente, o consumo de substâncias agrotóxicas tem crescido no Brasil, que se tornou o país que mais consome esse tipo de defensivo agrícola no mundo. O alvo desses produtos são agentes causadores de danos às plantas de interesse econômico (como insetos e fito patógenos, como fungos e bactérias) e à vegetação espontânea, denominada “daninha” do ponto de vista mercadológico. Nesse processo, matricas ambientais inteiras são contaminadas, além dos trabalhadores, moradores do entorno e outros animais.

Dos 20 princípios ativos mais frequentemente utilizados entre os anos de 2012 a 2016, 40% ou o equivalente a 8 substâncias, foram herbicidas: Glifosato, 2,4-D, Atrazina, Haloxifope-P-Metílico, Lactofen,

<sup>43</sup> VANINI, G. et al. - *Despolimerização Química de PET grau garrafa pós-consumo na presença de um catalisador catiônico: brometo de Hexadeciltrimetilamônio (CTAB)*. Polímeros, vol. 23, n. 3, p. 425-431 **2013**.

<sup>44</sup> UFES. Universidade Federal do Espírito Santo (Vitória, ES). Eloi Alves da Silva Filho e Gabriela Vanini. *Processo de obtenção de ácido tereftálico por meio de reciclagem química de PET*. BR n. 10 2013 001662 4 **23 jan. 2013**, 21 out. **2014**.

<sup>45</sup> VALE S.A., UFES. Universidade Federal do Espírito Santo (Vitória, ES). Renata Eliane Frank Vasconcelos, Eloi Alves da Silva Filho, Carlos Vital Paixão de Melo. *Resina supressora de pó de minérios e uso da resina*. BR n. 10 2014 029870 3, 28 nov. **2014**, 21 jun. **2016**, 08 maio **2018**.

Diquate, Flumetsulam, Imazetapir. Destes, 15% são extremamente tóxicos, 25% altamente tóxicos, 35% medianamente tóxicos e 25% são pouco tóxicos na classificação para seres humanos.<sup>46</sup>

Assim, a busca pelo desenvolvimento de tecnologias limpas e não agressoras ao meio ambiente natural, tem ganhado grande interesse da comunidade científica e do mercado como um todo. Nesse sentido, este projeto de pesquisa apresenta alternativas tecnológicas limpas com o intuito de colaborar para a redução ou supressão do crescimento vegetal ao longo das VFP e seus entornos, bem como em ambientes diversos onde não se deseja o crescimento vegetal espontâneo, como é o caso de margens de rodovias, ferrovias, oleodutos, subestações de energia, etc., diminuindo os regimes de interdições planejadas, melhorando as operações das vias férreas, fazendo uso de pigmentos naturais e da reciclagem de polímeros.

## 14. Metodologia de Pesquisa

Parte dos problemas enfrentados nos sistemas de VFP envolve o custo e a manutenção dos lastros ferroviários, componentes da superestrutura das vias permanentes, que são formados por uma camada intermediária de material granular, entre o sublastro e os dormentes de uma estrada de ferro (Figura 10).

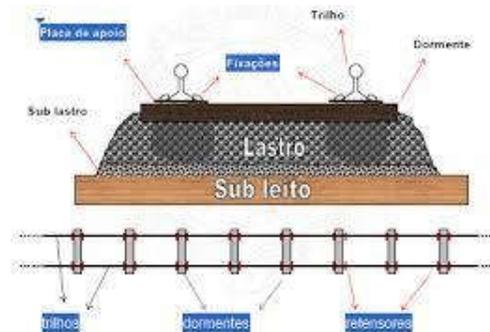


Figura 10: Representação da VFP (DNIT).<sup>47</sup>

Dentre as principais funções dos lastros ferroviários, destacam-se a resistência a forças verticais laterais e longitudinais, o que ajuda a manter a VFP em condições operacionais, a permissão de movimentação de partículas finas, evitando contaminação dos espaços, ter capacidade drenante, facilitar a conservação, remodelação e renovação da via férrea, além de inibir o crescimento de vegetação, reconhecidamente danosa para a capacidade drenante, resiliência e condições de rolamento da ferrovia.<sup>48</sup> Nesse sentido, uma das metas deste projeto envolve o desenvolvimento de filmes híbridos contendo pigmentos naturais, que possam ser

<sup>46</sup> W. A. PIGNATI, F. A. N. Souza e Lima, S. S. Lara, M. L. M. Corrêa, J. R. Barbosa, L. H. C. Leão, M. G. Pignatti. *Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma estratégia para a vigilância em saúde.* Cienc. Saude Colet., 22 (2017), pp.3281-3293.

<sup>47</sup> Brasil, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT). Diretoria Geral. Manual de Custos de Infra-Estrutura de Transportes. 1. ed.- Rio de Janeiro, 2007. Vol 5: Manual de Custos Unitários de Obras Ferroviárias., disponível em: <http://www.dnit.gov.br/download/servicos/sicr-3-em-consulita-publica/Volume%205%20-%20Obras%20Ferroviarias.pdf>, acesso em 19/06/2018.

<sup>48</sup> MUNIZ DA SILVA, LUIZ FRANCISCO Fundamentos Teórico-experimentais da Mecânica dos Pavimentos Ferroviários e Esboço de um Sistema de Gerência Aplicado à Manutenção da Via Permanente [Rio de Janeiro] 2002 XIII, 333p. 29,7cm (COPPE/UFRJ., D.Sc., Engenharia Civil, 2002) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, disponível em [http://www.poc.ufri.br/teses/doutorado/geotecnia/2002/teses/MUNIZ%20DA%20SILVA\\_LF\\_02\\_t\\_D.doc.pdf](http://www.poc.ufri.br/teses/doutorado/geotecnia/2002/teses/MUNIZ%20DA%20SILVA_LF_02_t_D.doc.pdf), acesso em 19/06/2018.



dispersos ao longo do lastro das ferrovias utilizadas para o transporte de minério de ferro pela empresa Vale, com o intuito de inibir ou suprimir o crescimento de vegetação, diminuindo custos e periodicidade de manutenção das vias.

O desenvolvimento destes filmes híbridos, envolverá a adsorção de substâncias naturais e não agressoras ao ambiente, e que possam inibir os processos de fotossíntese dos vegetais, por exemplo, impedindo a absorção de luz pelas plantas.

As plantas dependem para o seu crescimento e reprodução fundamentalmente da disponibilidade de energia na forma de luz para realizar a fotossíntese e outros processos fotossintéticos. Assim, além de depender da disponibilidade de água e nutrientes minerais, a oferta de luz principalmente na região visível do espectro eletromagnético é de extrema importância para o seu desenvolvimento.<sup>49</sup> A fotossíntese permite que moléculas complexas como açúcares, gorduras, proteínas, entre outras, sejam sintetizadas utilizando-se compostos inorgânicos muito simples como água, CO<sub>2</sub>, minerais e sais.

As folhas das plantas são o principal órgão fotossintetizador com os processos fotossintéticos ocorrendo nos cloroplastos onde a clorofila está contida. As estruturas celulares contidas nas folhas dependem enormemente das espécies, porém como característica comum tem-se os tamanhos dessas estruturas. Por apresentarem tamanhos maiores que os comprimentos de onda da luz na região do visível essas estruturas contribuem para o espalhamento da luz incidente o que faz com que o processo de absorção da radiação incidente seja mais efetivo.<sup>50</sup> Dentro das células outras substâncias são importantes nos processos nos processos fotoquímicos, tais como a celulose das paredes celulares, a solução aquosa presente nas células, ar intracelular e outros pigmentos nos cloroplastos. Geralmente os pigmentos encontrados nos cloroplastos são constituídos principalmente por 65% de clorofila, 6% de carotenoides, 29% de xantofilas e o restante distribuído em uma grande variedade de outros pigmentos.

A energia absorvida seletivamente em certos comprimentos de onda pela clorofila é convertida em calor ou fluorescência e então convertida fotoquimicamente em energia reservada na forma de compostos orgânicos. Todos os pigmentos presentes nos cloroplastos absorvem energia na região de 445 nm (22.500 cm<sup>-1</sup>) ou seja, na região azul do espectro visível, porém somente a clorofila absorve na região do vermelho 645 nm (15.500 cm<sup>-1</sup>) (Figura 5).

As plantas são extremamente adaptadas à radiação solar do meio em que vivem, dessa forma, a natureza desenvolveu mecanismos importantes de adaptação pelos quais pouca energia absorvida é despendida em processos fluorescentes, garantindo grande eficiência de absorção energética necessária para a fotossíntese. Além disso, a radiação absorvida na região do infravermelho próximo é quantitativamente pequena, fazendo com que as plantas consigam manter sua temperatura controlada.

Nesse sentido, o presente projeto pretende explorar a capacidade absorvedora de radiação eletromagnética apresentada pelos pigmentos naturais (clorofila, carotenoides, curcumina, riboflavina, bixina, etc.) que serão incorporados quimicamente na estrutura de resinas produzidas a partir da reciclagem de polímeros de diversos tipos (PET, PS, PEAD, PEBD, entre outros), isoladamente ou em conjunto com substâncias de caráter alelopático, que possam, uma vez aspergidas sobre a vegetação ao longo das

<sup>49</sup> GATES, D. M. *et al. Spectral Properties of Plants*. Applied Optics, v. 4, n. 1, p. 11–20, **1965**.

<sup>50</sup> OSBORNE, B. A.; RAVEN, J. A. *Light Absorption by Plants and Its Implications for Photosynthesis*. Biological Reviews, v. 61, n. 1, p. 1–60, **1986**.



ferrovias, impedir ou diminuir taxa de captura de radiação solar por parte dos vegetais nativos, culminando em sucesso, na supressão do crescimento vegetal espontâneo.

O desenvolvimento do projeto deverá seguir as etapas a seguir:

### A. Extração dos pigmentos naturais

Os pigmentos naturais, *clorofilas a e b*,  $\beta$ -caroteno, riboflavina e curcumina, serão todos extraídos das folhas das plantas, através de procedimentos descritos na literatura.<sup>13,15,51,52,53</sup> Após purificação e isolamento, os pigmentos serão caracterizados e preparados para a incorporação junto à resina baseada na reciclagem de PET.

Já os pigmentos derivados do urucum, bixina e norbixina, estão localizados no pericarpo da semente, o que facilita a extração dos mesmos, pois não é necessário triturá-las para a extração. A extração dos pigmentos das sementes de urucum pode ser realizada por processos mecânicos, físico-químicos e enzimáticos. Nesta proposta será empregado o método de extração por solventes conforme relatado em literatura.<sup>54,55</sup>

### B. Ensaios de incorporação dos pigmentos-alvo às resinas poliméricas

Inicialmente, os pigmentos naturais previamente extraídos, serão incorporados separadamente na resina e as respectivas capacidades de inibição de crescimento das plantas serão avaliadas. Caso seja necessário, para uma maior taxa de inibição, a incorporação de dois ou mais pigmentos concomitantemente na resina será avaliada. De uma forma geral, a incorporação dos pigmentos isolados à resina-base será realizada sob agitação constante, sendo objetos de estudo, fatores reacionais tais como a proporção resina: pigmento, a temperatura, o tempo de incorporação e a forma de adição do pigmento (em solução ou estado sólido). Ensaios analíticos serão realizados sempre ao fim dos processos de incorporação para verificação do sucesso da incorporação.

### C. Ensaios da absorção de luz solar mimetizada em laboratório (lâmpada Xenônio)

Existem poucas fontes artificiais de luz que conseguem mimetizar com sucesso o perfil da radiação solar, uma vez que o sol emite radiação desde o UV até o infravermelho próximo (incluindo a região do visível) (Figura 11). Para realizar os ensaios de absorção de luz em escala laboratorial, da resina incorporada com os pigmentos naturais selecionados, a lâmpada de Xenônio parece apropriada, pois seu espectro assemelha-se ao da radiação solar (Figura 12).

<sup>51</sup> PAULUCCI, Viviane P., Renê O. Couto, Cristiane C.C. Teixeira, e Luis Alexandre P. Freitas. *Optimization of the Extraction of Curcumin from Curcuma Longa Rhizomes*. Revista Brasileira de Farmacognosia **23**, no. 1 (2013): 94–100.

<sup>52</sup> BAGCHI, Anamika. *Extraction of Curcumin*. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology **1**, nº 3 (2012): 01–16.

<sup>53</sup> PRIYADARSINI, Kavirayani. *The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent*. Molecules **19**, nº 12 (2014): 20091–112.

<sup>54</sup> TAHAM, T., F. A. Cabral, e M. A. S. Barrozo. *Extração da bixina do urucum utilizando diferentes tecnologias*. In *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, 16232–39. Florianópolis, Brasil: Editora Edgard Blücher, 2015.

<sup>55</sup> COSTA, Charlyton Luis S. da, e Mariana H. Chaves. *Extração de pigmentos das sementes de Bixa orellana L.: uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica*". Química Nova **28**, nº 1 (2005): 40–52



Dessa forma, diferentes espécies vegetais de crescimento espontâneo, reconhecidamente encontradas ao longo das ferrovias de interesse, serão aspergidas com a resina híbrida produzida em laboratório e serão irradiadas com a lâmpada de Xe, para avaliar, inicialmente a capacidade absorvedora das referidas resinas, seguindo protocolos específicos.

Figura 11: Perfil da radiação solar.<sup>56</sup>

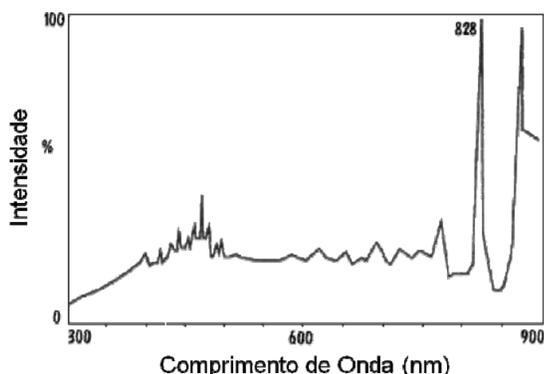


Figura 12: Espectro da lâmpada de Xenônio (Xenarc D – H4R – 35W) na região de 300 a 900 nm.<sup>57</sup>

#### D. Extração e incorporação de substâncias alelopáticas (aleloquímicas) provenientes de extratos vegetais

Substâncias alelopáticas são aquelas que interferem na germinação de outras plantas, influenciando no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos. Diversas espécies têm sido estudadas por sua capacidade alelopática, destacando-se o eucalipto (*Eucalyptus*), a mamona (*Ricinus communis* L.), o cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*), a mucuna preta (*Mucuna pruriens*) e o pinheiro (*Pinus desinflora*).

Recentemente, Kimura e colaboradores publicaram resultados de uma pesquisa que envolveu a busca por substâncias alelopáticas presentes nas agulhas de pinheiro (*Pinus desinflora*), que causavam a inibição do crescimento de plantas herbáceas no solo de floresta.<sup>58</sup>

Assim, pretende-se obter os extratos vegetais derivados da mamona, pinhão-mansinho e eucalipto, que incorporados na resina-base, serão testados não só como absorvedoras de radiação solar, bem como inibidoras naturais do crescimento vegetal espontâneo. Procedimentos já descritos na literatura serão utilizados como referências para os procedimentos de extração.<sup>11,12,13,14,15,16</sup>

<sup>56</sup> LIU, K. N. *An Introduction to Atmospheric Radiation*. 2ª ed., Academic Press, **2002**. Apud R. B. SOUZA, M. S. REBOITA; A. P. WERLE; E. B. C. COSTA REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol **13** – **5** (2016).

<sup>57</sup> LIMA, J. F. *Nanocompostos a base de cério com aplicações na absorção da radiação ultravioleta*. Tese (Doutorado em Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, p. 184. 2013 apud Oliveira, D. F. *Confiabilidade metrológica e validação de procedimentos espectroradiométricos para medição de fontes luminosas*. Dissertação (Mestrado em Metrologia). Centro Científico, Universidade Pontifícia Católica, Rio de Janeiro (2006).

<sup>58</sup> KIMURA, Fukiko, Masashi Sato, e Hisashi Kato-Noguchi. *Allelopathy of Pine Litter: Delivery of Allelopathic Substances into Forest Floor*. *Journal of Plant Biology* 58, nº 1 (2015): 61–67.



## E. Ensaio da eficácia do bloqueio da luz no crescimento das plantas.

Serão preparados experimentos, na área experimental de Rive (CCAUE/UFES), em Alegre/ES, a 500 m de altitude, em condições de casa de vegetação, em vasos, e em câmara de crescimento FITOTRON, de forma a se avaliar o efeito dos biofilmes sobre o crescimento das plantas identificadas.

### Teste do efeito dos extratos.

Nesse teste verificará se há efeito dos extratos sobre o comportamento morfofisiológico das plantas espontâneas. O trabalho compreenderá a fase inicial da ontogenia das plantas testadas (até o 4º mês de vida).

O estudo será realizado no esquema de fatorial triplo, sendo: Fator A, os 4 extratos (mamona, pinus, eucalipto e cravo de defunto); Fator B: 5 espécies de plantas espontâneas (prioritariamente) de maior ocorrência na linha férrea. Fator C, a idade das plantas (30, 60, 90 dias após a germinação) no momento da aplicação do Extrato. Isso perfaz um delineamento de  $4 \times 5 \times 3 = 60$  tratamentos, com 4 repetições, originando 240 parcelas experimentais.

Primeiramente, precisa-se estabelecer as espécies em vasos para que se possa testar os filmes. Se obterá os propágulos das espécies, da forma que seja mais viável para multiplicação, dispostos em "X", nos seus respectivos tratamentos. Após 30 dias de semeada ou transplantado os propágulos, inicia-se a aplicação dos tratamentos.

Serão três datas de avaliações, 7, 14 e 21 dias após a aplicação, quando serão analisadas as respostas fisiológicas das plantas aos tratamentos, utilizando-se o leitor de gases por infravermelho (IRGA Licor 6400XT) obtendo assim, estimativas da taxa de assimilação líquida de carbono ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); taxa de transpiração foliar ( $E$ ) ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); estimativa da eficiência do uso da água ( $EUA$ ) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ). Também serão calculadas concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ).

A avaliação será realizada em dia de céu limpo, entre 8 e 11 horas da manhã, tomando-se por padrão folhas totalmente desenvolvidas, e que tenha sintoma visual do efeito do tratamento, por alguma anomalia. A radiação fotossinteticamente ativa será padronizada em luz saturante artificial de  $1000 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e o  $\text{CO}_2$  em concentração na câmara de 420 ppm.

Também será avaliado o desenvolvimento morfológico das plantas, após a aplicação, mensurando-se a altura das plantas, número de folhas, número de brotações e área foliar. A área foliar será obtida por meio de fotoelétrico (Licor Area Meter 3100). Ao final das datas de avaliação, havendo plantas vivas, se calculará o acúmulo de biomassa total e por partes (caules, folhas, raízes) nas plantas tratadas. Para a obtenção da biomassa seca, a biomassa fresca será posta em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de  $65^\circ\text{C}$  até a estabilização do peso. As massas serão determinadas por meio de balança digital semianalítica.

Esse experimento será feito em diferentes condições de temperatura, forma a se verificar os efeitos dos fatores ambientais na eficiência do extrato. Pretende-se realizar com 25 e  $35^\circ\text{C}$ , em casa de vegetação com temperatura controlada.

### Teste do efeito do biofilme.

Nesse primeiro teste se verificará se há efeito do biofilme sobre o comportamento da germinação das sementes das plantas espontâneas. Resultado que refletirá diretamente na capacidade de influência do





## F. Caracterização biológica das plantas

A seguir, encontra-se o quadro do levantamento prévio com as espécies vegetais existentes ao longo das ferrovias, oferecido pela companhia Vale.

ESPÉCIES DE PLANTAS INVASORAS SUJEITAS A OPERAÇÃO DE CAPINA				
Nome Científico	Nome vulgar	Familia	IUCN	MMA
<i>Alternanthera brasiliana</i> K.	Perpétua branca	Amaranthaceae	N/A	N/A
<i>Alternanthera</i> sp.	Perpétua do mato	Amaranthaceae	-	-
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Carirú de espinho	Amaranthaceae	N/A	N/A
<i>Catharanthus roseus</i> G. Don.	Flor de beijo	Apocynaceae	N/A	N/A
<i>Calotropis procera</i> Ait.	Balão de vento	Asclepiadaceae	N/A	N/A
<i>Achyrocline satureioides</i> Lam.	Marcela	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Baccharis crispa</i>	Carqueijo diferente	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Bidens cynapiifolia</i> H.B.K.	Picão preto	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picãozinho	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Cosmos sulphureus</i> L.	Falsa margarida	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Eclipta prostrata</i> L.	Cabeça de prego	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Emilia fosbergii</i> Nicholson.	Serralha branca	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Mikania banisteriae</i> DC.	Cipó pelurso	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Coentro do mato	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Tridax procumbens</i> L.	Amarelinho rasteiro	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Vernonia scorpioides</i> Pers.	Vara de visgo	Asteraceae	N/A	N/A
<i>Commelina</i> sp.	Capoeiraba azul	Commelinaceae	-	-
<i>Evolvulus maximiliani</i> Mart.	Hortelã-da-flor-azul	Convolvulaceae	N/A	N/A
<i>Ipomoea cairica</i> L.	Batata de mina	Convolvulaceae	N/A	N/A
<i>Ipomoea grandifolia</i> Dammer.	Ipoméia	Convolvulaceae	N/A	N/A
<i>Ipomoea nil</i> L.	Batata roxa	Convolvulaceae	N/A	N/A
<i>Ipomoea aquamoclit</i> L.	Trepadeira vermelha	Convolvulaceae	N/A	N/A
<i>Ipomoea</i> sp.	Corda de viola	Convolvulaceae	-	-
<i>Momordica charantia</i> Linn.	Melão de S. Caetano	Cucurbitaceae	N/A	N/A
<i>Rhynchospora maciata</i> Nees.	Tiririca de cobra	Cyperaceae	N/A	N/A
<i>Equisetum giganteum</i> L.	Cauda de raposa	Equisetaceae	N/A	N/A
<i>Euphorbia hirta</i>	Erva santa luzia	Euphorbiaceae	N/A	N/A

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque (André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Couto e Armando Blundo Filho). Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Couto e Armando Blundo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



<i>Euphorbiahyssopifolia</i>	Quebra pedra	Euphorbiaceae	N/A	N/A
<i>Euphorbiaprostrata</i>	Falso quebra pedra	Euphorbiaceae	N/A	N/A
<i>EuphorbiacyathophoraMurr.</i>	Couve de lagarto	Euphorbiaceae	N/A	N/A
<i>ManihottripartitaSpreng.</i>	Mandioca de índio	Euphorbiaceae	N/A	N/A
<i>Microstachyscorniculata</i>	Pimentinha	Euphorbiaceae	N/A	N/A
<i>Cajanuscajan L.</i>	Feijão guandú	Fabaceae	N/A	N/A
<i>Crotalariapectabilis Roth</i>	Guando mineiro	Fabaceae	N/A	N/A
<i>Desmodiumbarbatum L.</i>	Amorzinho	Fabaceae	N/A	N/A
<i>Glycine sp.</i>	Soja	Fabaceae	-	-
<i>Machaerium triste Vogel.</i>	Bico de garça	Fabaceae	N/A	N/A
<i>MacroptiliumgracilePoepp.</i>	Feijão itabira	Fabaceae	N/A	N/A
<i>Macroptiliumlathyroides L.</i>	Cipó Itabira	Fabaceae	N/A	N/A
<i>Humiriastrumspiritu-sancti</i>	Carne de vaca	Humiriaceae	N/A	CRITICAMENTE EM PERIGO (CR)
<i>Hyptis angulosa Schott.</i>	Hortelã bravo	Lamiaceae	N/A	N/A
<i>Ocimumcampechianum Mill.</i>	Alfavaca selvagem	Lamiaceae	N/A	N/A
<i>Lycopodiellacernua L.</i>	Pinheiro de várzea	Lycopodiaceae	N/A	N/A

No entanto, a confirmação das espécies que ocorrem ao longo da ferrovia é de suma importância para o sucesso do trabalho, pois os testes precisam ser realizados com essas espécies. Assim se realizarão expedições ao longo da via, de forma a se realizar um mapeamento de ocorrência das espécies, bem como a estimativa da população de ocorrência, de forma a auxiliar nos testes de aplicação dos filmes híbridos para a supressão de crescimento.

## 15. Metas

- Desenvolvimento de novas metodologias limpas de controle do crescimento de vegetação espontâneas;
- Realização de efetivo controle do crescimento de vegetação espontâneas em as áreas marginais a linha férrea Vitória-Minas;
- Obtenção de filme de materiais poliméricos que promova a diminuição do crescimento de plantas espontâneas.
- Conhecimento do efeito alelopático de extratos vegetais sobre do crescimento de plantas espontâneas.
- Gerar conhecimento e tecnologias para oferecer novas aplicabilidades aos materiais poliméricos obtidos através de procedimentos de reuso ou reaproveitamento do PET, contribuindo para aumentar a sustentabilidade do processo de mineração, bem como agregar maior valor aos resíduos poliméricos, inibir o crescimento de vegetação, reconhecidamente danosa para a capacidade drenante





## 18. Cronograma de Atividades e Marcos (36 meses)

#	Descrição	Mês Inicial	Mês Final
1	Revisão da Literatura e período de treinamentos	1	24
2	Quantificação das espécies vegetais de interesse	10	35
3	Extração dos pigmentos naturais	8	24
4	Ensaio da incorporação dos pigmentos nos filmes	11	24
5	Extração e incorporação de extratos alelopáticos naturais aos filmes	8	24
6	Testes de simulação do controle de vegetação em laboratório	8	25
7	Testes piloto do controle vegetal (estufa climatizada) e aplicação da resina inibidora em campo	13	19
8	Ensaio da eficácia do bloqueio de luz.	5	26
9	Teste de longa duração no controle vegetal com a resina inibidora em campo.	25	34
10	Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação.	30	36
11	Caracterização de materiais particulados oriundos de fontes naturais, como a argila.	11	22
12	Inserção de materiais particulados dispersos nos filmes (resinas) inibidores.	13	26
13	Estudo da estabilidade dos materiais particulados dispersos nos filmes inibidores	13	34
14	Avaliação do bloqueio da luz pelos inibidores produzidos com os materiais particulados em laboratório.	18	36
15	Relatório Parcial de Atividades	12	24
16	Relatório Final de Atividades	33	36
17	Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual	33	36

## 19. Produtos

#	Produto	Descrição	Data de Entrega	Responsável
1	Relatórios técnicos	Serão elaborados, por etapa do projeto, um total de três relatórios contendo a descrição completa de cada metodologia desenvolvida no período de pesquisa referente.	Mês 12 Mês 24 Mês 36	UFES
2	Iniciação Científica, Mestrandos	Cada aluno receberá um caderno para anotações das atividades desenvolvidas e suas transcrições serão apresentadas na forma dos referidos relatórios de pesquisa.	Mês 12 Mês 24 Mês 36	UFES
3	Artigos em revistas indexadas	Os resultados da pesquisa, quando aplicáveis, serão submetidos à publicação em revistas e periódicos das áreas de interesse.	Meses 12, 24 36*	UFES
4	Divulgação científica	Os resultados da pesquisa, quando aplicáveis, serão divulgados por apresentações orais ou de painéis em eventos científicos relevantes à área de investigação.	Meses 12 a 24 e 36*	UFES
5	Prestação de contas	A prestação de contas ficará a cargo da FEST**, fundação gestora dos recursos financeiros do projeto, e deverão ser realizadas ao final de cada ano de vigência deste projeto.	Meses 12, 24 e 36	FEST

\* As datas são estimadas, pois podem ocorrer em período vigente ou posterior ao previsto no projeto.

\*\* FEST - Fundação Espírito-santense de Tecnologia.









Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
2			X	X					
6		X	X	X	X	X	X		
7				X	X				
8		X	X	X	X	X	X		
9							X	X	X
15			X			X			
16								X	X
17								X	X

#### **Pesquisador nível Iniciação Científica:**

##### **Tonny Araujo Moreira (Bolsista IC)**

O terceiro bolsista selecionado é aluno de graduação em Química na UFES Goiabeiras – Vitória - ES e trabalha com atividades de incorporação e caracterização de materiais particulados na resina inibidora de vegetação.

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Extração e incorporação de substâncias alelopáticas naturais aos filmes;
- Caracterização de materiais particulados oriundos de fontes naturais, como a argila;
- Inserção dos materiais particulados nos filmes (resinas) inibidores;
- Estudo da estabilidade dos materiais particulados nos filmes inibidores;
- Avaliação do bloqueio da luz pelos inibidores em laboratório;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;

Atuará, ainda, sob o auxílio dos pesquisadores da equipe na execução dos trabalhos desta pesquisa, auxiliando-os com os procedimentos experimentais, escrita de relatórios, pôsteres e demais comunicações científicas.

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
11			X	X	X	X			
12				X	X	X	X		
13				X	X	X	X	X	
14					X	X	X	X	
15			X			X			
16								X	
17								X	X

#### **Pesquisadora em nível Mestrado (Candidata à Bolsa DTI-B – Desenvolvimento Tecnológico)**

##### **Me. Ana Cecília B. Figueira**

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Blondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque André Stanzani Franca, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Blondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



A pesquisadora, mestre em química pela USP-Ribeirão Preto - SP, possui experiência na síntese e análise de biodiesel combustível, compostos de Terras Raras e na síntese, modificação estrutural, purificação e análises de porfirinas e derivados, atuará efetivamente em todas as etapas de desenvolvimento químico a serem realizadas no *campus* da UFES-Vitória (CCE/Depto. de Química) vinculada à pesquisa, notadamente:

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Extração dos pigmentos naturais;
- Ensaios da incorporação dos pigmentos nos filmes;
- Extração e incorporação de substâncias alelopáticas naturais aos filmes;
- Testes de simulação do controle de vegetação em laboratório;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação.
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual.

Atuará, ainda, no auxílio e supervisão dos estudantes de graduação e pós-graduação a serem recrutados para a execução dos trabalhos desta pesquisa, auxiliando-os com os procedimentos experimentais, escrita de relatórios, pôsteres e demais comunicações científicas.

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
3		X	X	X	X	X			
4			X	X	X	X			
5		X	X	X	X	X			
11			X	X	X	X			
12				X	X	X	X		
13				X	X	X	X	X	
14					X	X	X	X	
15			X			X			
16								X	
17								X	X

### **Pesquisadora em nível Doutorado**

#### **Dra. Drielly Aparecida Paixão (Candidata à Bolsa de Pós-Doutorado)**

A candidata concluiu o Doutorado em 2017 na área de Química Inorgânica no Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Uberlândia.

Possui experiência na área de química, química inorgânica e difração de Raio X, atuando principalmente na síntese e caracterização estrutural e espectroscópica de materiais orgânicos e inorgânicos. Possui, também, conhecimento em técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura e Fluorescência de Raios X.

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Cláudio de Paiva Couto e Armando Blundo Filho. Para verificar as assinaturas vá até a página https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Cláudio de Paiva Couto e Armando Blundo Filho. To verify the signatures, go to the site https://vale.portaldeassinaturas.com.br and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Caracterização de materiais particulados oriundos de fontes naturais, como a argila;
- Inserção dos materiais particulados nos filmes (resinas) inibidores;
- Estudo da estabilidade dos materiais particulados nos filmes inibidores;
- Avaliação do bloqueio da luz pelos inibidores em laboratório;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual;

Atuará, ainda, sob o auxílio dos pesquisadores da equipe na execução dos trabalhos desta pesquisa, auxiliando-os com os procedimentos experimentais, escrita de relatórios, pôsteres e demais comunicações científicas.

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
10								X	X
11			X	X	X	X			
12				X	X	X	X		
13				X	X	X	X	X	
14					X	X	X	X	
15			X			X			
16								X	
17								X	X

### **Pesquisadora – Coordenadora geral de desenvolvimento técnico**

#### **Prof<sup>a</sup>. Dra. Priscilla Paiva Luz (Candidata à Bolsa DT – docente, apoio à pesquisa)**

A docente, doutora em Química pela USP-Ribeirão Preto-SP, com experiência na síntese e caracterização de porfirinas e metaloporfirinas e em nanoencapsulação de fotossensibilizadores em sistemas de liberação a base de polissacarídeos para aplicação em Terapia Fotodinâmica, bem como na obtenção de aplicações de materiais particulados oriundos de fonte natural, será a supervisora geral das etapas de desenvolvimento químico a serem realizadas no *campus* da UFES-Vitória (CCE/Depto. de Química), notadamente:

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Extração dos pigmentos naturais;
- Ensaios da incorporação dos pigmentos nos filmes;
- Extração e incorporação de substâncias alelopáticas naturais aos filmes;
- Testes de simulação do controle de vegetação em laboratório;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Caracterização de materiais particulados oriundos de fontes naturais, como a argila;
- Inserção dos materiais particulados nos filmes (resinas) inibidores;
- Estudo da estabilidade dos materiais particulados nos filmes inibidores;

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra-Vilela, Eloi Alves da Silva Couto e Armando Blundo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra-Vilela, Eloi Alves da Silva Couto and Armando Blundo Filho. To verify the signatures, go to the site https://vale.portaldeassinaturas.com.br and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



- Avaliação do bloqueio da luz pelos inibidores em laboratório;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual.

Também atuará na compra de materiais, confecção de relatórios de pesquisa e demais comunicações científicas (artigos, participações em eventos científicos, patentes de propriedade intelectual).

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
3		X	X	X	X	X			
4			X	X	X	X			
5		X	X	X	X	X			
6		X	X	X	X	X	X		
10								X	
11			X	X	X	X			
12				X	X	X	X		
13				X	X	X	X	X	
14					X	X	X	X	
15			X			X			
16								X	
17								X	X

### **Pesquisador – Coordenador geral de análises e caracterizações químicas**

#### **Prof. Dr. Marcos Antônio Ribeiro – (Candidato à Bolsa DT – docente, apoio à pesquisa)**

O docente, doutor em Química pela UFMG, desenvolve pesquisas na área de química de coordenação com experiência em técnicas analíticas de difração de raios X de monocristais, cálculos *ab initio*, estruturas supramoleculares e tautomerismo de valência, atuará como supervisor geral das etapas de análise e caracterização químico-estruturais dos materiais extraídos e particulados, a serem realizadas no **campus** da UFES-Vitória (CCE/Depto. de Química), notadamente:

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Extração dos pigmentos naturais;
- Ensaios da incorporação dos pigmentos nos filmes;
- Extração e incorporação de substâncias alelopáticas naturais aos filmes;
- Testes de simulação do controle de vegetação em laboratório;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Caracterização de materiais particulados oriundos de fontes naturais, como a argila;
- Inserção dos materiais particulados nos filmes (resinas) inibidores;
- Estudo da estabilidade dos materiais particulados nos filmes inibidores;



- Avaliação do bloqueio da luz pelos inibidores em laboratório;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual.

Também atuará na confecção de relatórios de pesquisa e demais comunicações científicas (artigos, participações em eventos científicos, patentes de propriedade intelectual).

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
3		X	X	X	X	X			
4			X	X	X	X			
5		X	X	X	X	X			
6		X	X	X	X	X	X		
10								X	X
11			X	X	X	X			
12				X	X	X	X		
13				X	X	X	X	X	X
14					X	X	X	X	
15			X			X			
16								X	X
17								X	X

### **Pesquisador – Coordenador geral dos ensaios fito biológicos**

#### **Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira – (Candidato à Bolsa DT – docente, apoio à pesquisa)**

O docente, doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, possui experiência na área de Agronomia, com ênfase na Produção Vegetal, atuando principalmente nos temas em Agroecologia, adubação verde, manejo orgânico e arranjos culturais e Olericultura, atuará como supervisor geral das etapas de avaliação biológica vegetal.

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Quantificação das espécies vegetais de interesse;
- Testes de simulação do controle de vegetação em laboratório;
- Testes piloto do controle vegetal (câmara de crescimento);
- Ensaio da eficácia do bloqueio de luz;
- Teste de longa duração no controle vegetal com a resina inibidora em campo;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual.

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Frainca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Blondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9938. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Frainca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto and Armando Blondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9938.



Participará, ainda, no auxílio e orientação dos estudantes de graduação e pós-graduação e serão recrutados para a execução dos trabalhos desta pesquisa, auxiliando-os com os procedimentos experimentais, escrita de relatórios, pôsteres e demais comunicações científicas.

Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
2			X	X					
6		X	X	X	X	X	X		
7				X	X				
8		X	X	X	X	X	X		
9							X	X	X
10								X	X
15			X			X			
16								X	X
17								X	X

### **Pesquisador – Coordenador geral de identificação de quantificação das espécies vegetais**

#### **Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi - (Candidato a Bolsa DT – docente, apoio à pesquisa – ANO 3)**

O docente, doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, possui experiência na área de Agronomia, com ênfase na Produção Vegetal, atuando principalmente nos temas de tratos culturais e Manejo Integrado de Plantas Daninhas. Atuará como pesquisador nas etapas de identificação e descrição das espécies que ocorrem na área de abrangência do projeto e avaliação no comportamento vegetal em resposta a aplicação do biofilme.

O professor Dr. Leandro Pin Dalvi contribuirá principalmente na identificação das espécies vegetais, além do entendimento dos mecanismos de ação para a inibição do crescimento das espécies. Essa etapa é crucial porque a geração de informações sobre o ciclo das plantas, hábito de crescimento e floração e forma de propagação são informações importantes para o sucesso do trabalho, já que interferem no crescimento e estabelecimento das plantas e, por consequência, interferem no comportamento das plantas mediante a aplicação do filme polimérico inibidor.

Durante o 1º e 2º ano o professor Leandro atuará como colaborador no projeto.

As atividades nas quais o professor contribuirá são, notadamente:

- Revisão da Literatura e período de treinamentos;
- Quantificação das espécies vegetais de interesse;
- Testes piloto do controle vegetal (câmara de crescimento);
- Teste de longa duração no controle vegetal com a resina inibidora em campo;
- Estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação;
- Relatório Parcial de Atividades;
- Relatório Final de Atividades;
- Redação de eventual(is) documento(s) de propriedade intelectual.

Participará, ainda, no auxílio e orientação dos estudantes de graduação e pós-graduação e serão recrutados para a execução dos trabalhos desta pesquisa, auxiliando-os com os procedimentos experimentais, escrita de relatórios, pôsteres e demais comunicações científicas.

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Almeida e Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Blundo Filho. Para verificar a assinatura vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código QR 790A28BC12-9008.7. Este documento has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Almeida, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Couto e Armando Blundo Filho. To verify the signatures, go to the site https://vale.portaldeassinaturas.com.br and use the code QR 790A28BC12-9008.7.



Atividade	Meses 1 a 4	Meses 5 a 8	Meses 9 a 12	Meses 13 a 16	Meses 17 a 20	Meses 21 a 24	Meses 25 a 29	Meses 30 a 33	Meses 34 a 36
1	X	X	X	X	X	X			
2			X	X					
6		X	X	X	X	X	X		
7				X	X				
8		X	X	X	X	X	X		
9							X	X	X
10								X	X
15			X			X			
16								X	X
17								X	X

## **Apoio à pesquisa e desenvolvimento do projeto**

### **Dr. Gustavo dos Reis Gonçalves (Colaborador voluntário)**

O colaborador, Dr. Gustavo dos Reis Gonçalves, doutor em Química pela UFES, participará da equipe deste projeto, de forma voluntária, a partir do ano 2 (outubro de 2021 em diante) uma vez que já faz parte da equipe de outros projetos de pesquisa junto à Vale e por possuir ampla experiência nos trâmites burocráticos junto à fundação gestora (FEST), como em cronogramas financeiros, nos processos de compras (produtos nacionais e importações), na contratação de serviços de terceiros, entre outras atividades, que serão de grande valia para o desenvolvimento deste projeto.

## **21. Fluxo de caixa do projeto**

O fluxo de caixa inicialmente aprovado para este projeto, no ano de 2020, previa 2 (dois) aportes de recursos financeiros, equivalentes a 2 (dois) anos de projeto (24 meses), como destacado pelo Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Fluxo de caixa originalmente aprovado em outubro de 2020.

	Ano 1	Ano 2	TOTAL
1. Bolsa de pesquisa	R\$ 48.000	R\$ 48.000	R\$ 96.000
2. Material de consumo	R\$ 18.400	R\$ 12.000	R\$ 30.400
3. Material permanente nacional	R\$ 144.100	R\$ -	R\$ 144.100
4. Material permanente importado	R\$ 24.000	R\$ -	R\$ 24.000
5. Serviços de terceiros	R\$ 53.500	R\$ 53.500	R\$ 107.000
6. Obras e edificações civis	R\$ 3.000	R\$ -	R\$ 3.000
7. Viagens e diárias	R\$ 1.280	R\$ 1.280	R\$ 2.560
8. Participação em congressos	R\$ 2.500	R\$ 2.500	R\$ 5.000
9. Taxas	R\$ 18.190	R\$ 15.242	R\$ 33.431
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 312.970</b>	<b>R\$ 132.522</b>	<b>R\$ 445.491,20</b>

Todavia, por razões diversas já mencionadas no relatório de atividades do ano 1, houve a necessidade de modificar o cronograma técnico-financeiro do projeto, fazendo com que novas demandas financeiras fossem criadas. Dessa forma, um novo Fluxo de Caixa foi proposto e é apresentado e justificado na seção a seguir (21.1).

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas e Paulo Sérgio de Paula Vargas. Para verificar a autenticidade das assinaturas vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-5998. Para verificar a autenticidade das assinaturas vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-5998. Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas e Paulo Sérgio de Paula Vargas. Para verificar a autenticidade das assinaturas vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-5998. Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas e Paulo Sérgio de Paula Vargas. Para verificar a autenticidade das assinaturas vá ao site https://vale.portaldeassinaturas.com.br e utilize o código 0479-AA29-8C12-5998.





**Correspondência: Linha 29 da planilha em Anexo**

**Equipamento: Sistema de Espectrofotometria de UVvis – módulo Ótico, PC, Software Cubetas de Quartzo, Acessório de DRA com vídeo (filmes e sólidos)**

**Função principal: análise e caracterização dos extratos, substâncias alelopáticas e filmes com função inibidora.**

A espectroscopia ultravioleta-visível (UV-visível) pode ser realizada para análise qualitativa e quantitativa, e para identificação de certas classes de compostos em misturas puras e biológicas. Preferencialmente, a espectroscopia UV-visível pode ser usada para análise quantitativa porque as moléculas orgânicas e compostos de coordenação são bons cromóforos na faixa de UV-visível. A presença de compostos naturais e sua capacidade de interagir com a radiação na região do ultravioleta-visível podem ser determinados usando o equipamento solicitado.

A aplicação mais comum em espectroscopia UV-visível é a medição de amostras líquidas em cubetas. No entanto, os instrumentos de alto desempenho UV/Vis e UV/ Vis/NIR são mais comumente usados para caracterização de materiais sólidos. A Figura 14 mostra os vários modos de transmissão e reflexão da luz para uma amostra sólida clara. Uma amostra transparente ou semitransparente pode exibir reflexão, tanto especular quanto difusa, e transmissão, tanto especular quanto difusa. O modo difuso surge da dispersão por partículas da amostra. A reflexão difusa também é chamada de retroespalhamento, enquanto a transmissão difusa é chamada de dispersão direta e ambas são normalmente geradas por superfícies rugosas. A reflexão especular e a transmitância são o produto de superfícies lisas sem dispersão. Se uma amostra for opaca, ela só pode produzir refletância difusa ou refletância especular, dependendo das características de sua superfície. Assim, a caracterização de amostras sólidas e filmes requer um acessório para medir a refletância difusa (DRA).

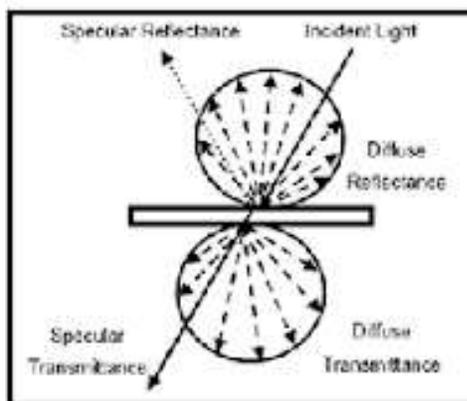


Figura 14: Tipos de interação da radiação com a matéria.<sup>59</sup>

Como esse projeto envolverá a formação de filmes contendo os ativos cromóforos a serem extraídos de fontes naturais, será necessário caracterizá-los por espectroscopia UV-visível empregando o acessório de refletância difusa. A figura 15 mostra um exemplo de uso desse acessório para a medida da absorção na luz

<sup>59</sup> UV-Vis Frequently Asked Questions - Solid Sample Transmission. Disponível em: <https://www.ssi.shimadzu.com/products/uv-vis-spectrophotometers/faqs/solid-sample-transmission.htm>. Acesso em 17 de junho de 2021.



por substâncias sólidas.<sup>60</sup> Ainda, antes de serem incorporados nos filmes, faremos caracterizações dos extratos no estado líquido para avaliar a eficiência das condições de extração testadas, sendo necessário a inclusão de cubetas de quartzo para tais análises.

Para que as análises possam ser realizadas com a alta frequência desejada, é necessário ter um computador (PC) exclusivo para a operação e tratamento dos dados obtidos com esse espectrofotômetro.



Figura 15: DRA sendo empregado na análise das cores do quadro.

### 3) Justificativa para aumento no orçamento para deslocamentos – Viagens e diárias

#### Correspondência: linha 32 da planilha em Anexo

É solicitado um aumento no orçamento das viagens, para que possam cobrir as despesas de alimentação, pernoite, aluguel de automóveis e pedágios, passagens de ônibus em deslocamentos de membros da equipe entre os campi (intercâmbio de informações e testes) e para reconhecimento e coleta das plantas ao longo da ferrovia.

### 4) Justificativa da inclusão de frete - Serviços de terceiros

#### Correspondência: linha 33 da planilha em Anexo

Será necessário o recurso para troca de amostras entre os campi da UFES Vitória e Alegre, tanto para o envio de plantas para a extração das substâncias absorvedoras e alelopáticas, quanto da solução para testes de inibição. Essa rubrica não tinha sido prevista, anteriormente.

O terceiro ano foi proposto para viabilizar os testes longa duração no controle vegetal com a resina inibidora em campo, o estudo técnico científico dos resultados obtidos no teste de longa duração com a resina inibidora de vegetação, dos filmes inibidores contendo pigmentos e/ou materiais particulados de origem natural.

Assim, após todas as solicitações de alterações e adições, o fluxo de caixa atualizado ficou como mostra o Quadro 2.

<sup>60</sup> Measuring diffuse reflectance of solid samples with the Agilent Cary 60 UV-Vis. Disponível em: [https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1430EN\\_AppNote\\_Cary60\\_FiberDRA\\_materials.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1430EN_AppNote_Cary60_FiberDRA_materials.pdf). Acesso em 17 de junho de 2021.





por moléculas de água. O mineral mais proeminente e majoritário nas bentonitas é a montmorillonita, cuja fórmula química geral é dada por  $M_x(Al_{4-x}Mg_x)Si_8O_{20}(OH)_4$ .<sup>61</sup>

A maioria das aplicações industriais (mais de 140 já registradas) das esmectitas estão relacionadas a reações químicas ou processos físicos que envolvam as lacunas, também denominadas de galerias ou camadas interlamelares, nas quais residem cátions intercambiáveis ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ). Além disso, quando as lamelas individuais dessas argilas bentoníticas são expostas à água, ocorre a adsorção das moléculas de água na superfície das folhas de sílica, que são então separadas umas das outras. Tal comportamento é conhecido como inchamento interlamelar e é controlado pelo cátion associado à estrutura da argila. Essa dilatação promove uma propriedade importante, devido à adsorção de água e moléculas polares no espaço interlamelar, o que ocasiona a expansão do espaçamento basal, permitindo a incorporação de espécies químicas na fase interlamelar.<sup>62,63</sup>

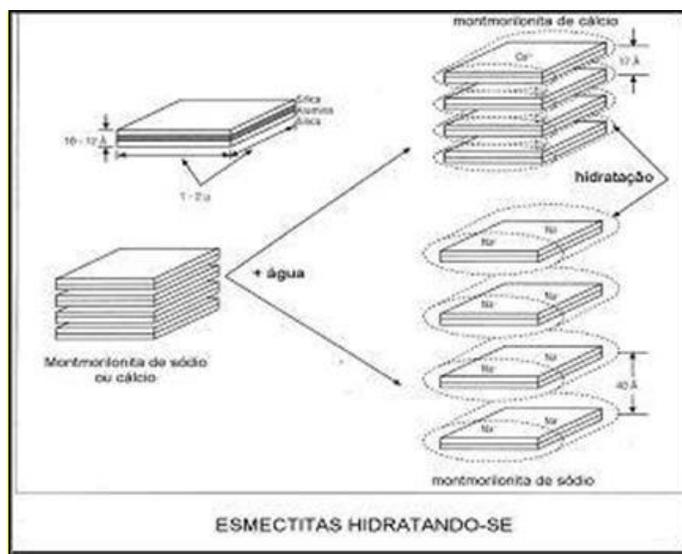


Figura 16: Representação da hidratação da montmorillonita cálcica e da motmorillonita sódica.

Dentre as principais aplicações industriais das argilas bentoníticas, destacam-se: uso como agente tixotrópico para fluidos de perfuração de poços de petróleo e água ou tintas, aglomerante na pelotização de minério de ferro e de areias de moldagem usadas em fundição, decoloramento de óleos vegetais, minerais e animais; impermeabilização de bacias, absorção de dejetos de animais domésticos, dentre outros.<sup>64</sup>

Neste projeto, pretende-se fazer uso da argila bentonítica pura ou em formulação de compósito (óxidos metálicos na estrutura lamelar) junto à resina polimérica (com e sem os pigmentos absorvedores) com o objetivo

<sup>61</sup> BERGAYA, F., THENG, B., LAGALY, G. Handbook of Clay Science. 1ª ed. Amsterdam: Elsevier. 2006.

<sup>62</sup> HENSEN, E. J. M.; SMIT, B. Why Clays Swell. J. Phys. Chem. B 2002, 106, 12664–12667 apud PEEIRÓ, P. M. R., Argilas com propriedades hidro/oleofóbicas e de reflexão de infravermelho., 2015. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/143399965.pdf>>. Acesso em 26 de junho de 2021.

<sup>63</sup> LUMMUS, J.L. & AZAR, J.J.1986 apud SILVA, A. R. V., FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. Rev. Elet. Mat. e Proc. v.3.2 (2008) 26-35.

<sup>64</sup> da LUZ, A. B., de OLIVEIRA, C. H. Bentonita. In: Rochas e Minerais Industriais – CETEM 2005, disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1046/1/10.Argila-BENTONITA%20ok.pdf>. Acesso em 26 de junho de 2021.

de promover a reflexão da radiação solar, prevenindo ou interferindo na absorção de radiação pelas plantas, de modo a afetar a fase luminosa (fotoquímica) da fotossíntese, e, por consequência, atrapalhar o seu crescimento natural.

Ao interagir com as superfícies, a radiação solar pode resultar em três fenômenos: reflexão, absorção e transmissão (Figura 17), sendo que o somatório desses componentes equivale à radiação emitida. A dispersão da luz deve-se à capacidade dos compostos em desviar a direção da luz (difração), dependendo, para isso, do índice de refração. Em relação à absorção, esta sofre influência da estrutura e composição química das partículas, convertendo a energia da luz em energia térmica.

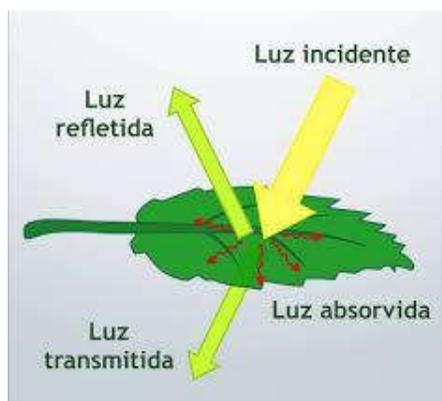


Figura 17: Exemplo da interação da radiação solar com uma folha vegetal. (Fonte: portal Auster tecnologia. Disponível em: <<https://www.austertecnologia.com/single-post/sensoriamento-remoto>>. Acesso em 26 de junho de 2021)

Uma forma de restringir os diferentes tipos de interação da radiação solar, é recorrer a amostras opacas. Por isso, para prevenir a infiltração da radiação nas folhas dos vegetais, as argilas bentoníticas que são empregadas deverão apresentar alto índice de refração e boas propriedades de dispersão da luz. Já foi reportado que as argilas oferecem algum nível de proteção UV, indicando que esses materiais podem absorver radiação solar em determinadas regiões do espectro eletromagnético de forma individual, sem depender do uso de aditivos.<sup>65</sup>

Nesse sentido, a ideia é fazer uso dessas argilas puras ou na presença de óxidos metálicos intercalados em suas lamelas, junto às resinas poliméricas, investigando os resultados no poder refletor dos materiais (argila pura e modificada), verificando ainda as características de durabilidade/resistência.

## 23. Referências Bibliográficas da Pesquisa

1. ABOUZIENA, H.F., HAGGAG, W.M. Weed Control in Clean Agriculture: A Review 1. Planta Daninha, 34, no 2 (2016): 377–92.

<sup>65</sup> SHI, L.; SHAN, J.; JU, Y.; AIKENS, P.; PRUD'HOMME, R. K. Nanoparticles as delivery vehicles for sunscreen agents. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 396, p. 122-129, 2012. Apud RODRIGUES, K. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS DE BENTONITA CONTENDO FILTROS-SOLARES, 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacéuticas), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/18387/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Katylene%20.pdf>>. Acesso em: 26 de junho de 2021.



2. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil – uma abordagem ambiental. Brasília, **2010**.
3. Consumo de agrotóxicos e afins (2000–2017). IBAMA, disponível em: [https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2017/Grafico-Consumo\\_agrotoxicos\\_2000-2017.pdf](https://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2017/Grafico-Consumo_agrotoxicos_2000-2017.pdf), acesso em 27/09/2018.
4. GIESY, J. P. et al. Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. In: Reviews of environmental contamination and toxicology. Springer New York, (**2000**) p. 35-120.
5. EDDLESTON, Michael et al. Pesticide poisoning in the developing world—a minimum pesticides list. The Lancet, v. 360, n. 9340, p. 1163-1167, (**2002**).
6. TEBEEST, D.O., Yang, X.B., Cisar, C.R. (**1992**). The status of biological-control of weeds with fungal pathogens. Annu. Rev. Phytopathol., 30, 637-657.
7. BECKIE, H.J., Morrison, I.N., (**1993**). Effect of ethalfuralin and other herbicides on trifluralin-resistant green foxtail (setariaviridis). Weed Technol. 7, 6–14.
8. SILVA, C. B.; SIMIONATTO, E.; HESS, S. C.; PERES, M. T. L. P.; SIMIONATTO, E. L.; WISNIEWSKI JÚNIOR, A.; POPPI, N. R.; FACENDA, O.; CÂNDIDO, A. C. S.; SCALON, S. P. Q. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). Química Nova, São Paulo, v. 32, n. 9, p. 2373-2376, (**2009**).
9. Hoagland, R.E., C.D. Boyette and M.A. Weaver. 2007. Bioherbicides: Research and risk. Toxin Reviews. 26:313–342. Heap, I. Internationalsurveyofherbicideresistantweeds. Disponível em: <http://www.weedscience.com>, acesso em: 30 set. **2014**.
10. SARTOR, L. R., Lopes, L., Martin, T. N., Ortiz, S. **2015**. Alelopatia de acículas de pinus na germinação e desenvolvimento de plântulas de milho, picão preto e alface. Bioscience Journal 31(2): 470-480.
11. ISLAM, A.K.M. Mominul, e Hisashi Kato-Noguchi. Allelopathic Prospective of *Ricinus Communis* and *Jatropha Curcas* for Bio-Control of Weeds. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 63, no 8 (**2013**): 731–39.
12. SAADAOU, Ezzeddine, José Martín, Naziha Ghazel, Chokri Romdhane, Nouman Massoudi, e Emilio Cervantes. Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of *Ricinus Communis* L. on the Germination of Six Cultivated Species. International Journal of Plant & Soil Science 7, no 4 (**2015**): 220–27.
13. PEREIRA, G. P.; COSTA, A. S. V.; BORÉM, R. A. T. Efeitos de extratos aquosos de *Eucalyptus grandis* na germinação de sementes de três culturas agrícolas. UFLA, Lavras, **2003**.
14. Borges, Clarissa de Souza, Cristina Copstein Cuchiara, e Karina Maculan. Alelopatia do Extrato de Folhas Secas de Mamona (*Ricinus communis* L.) 5 (**2007**): 3.
15. BEDIN, C.; MENDES, L. B.; TRECENTE, V. C.; SILVA, J. M. S. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). Revista Científica Eletrônica de Agronomia, n.10, dez., **2006**.
16. FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P.; FARIA, T. J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e crescimento inicial de picão-preto e alface. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, **2006**.
17. ZIMDAHL, R.L. **1993**. Fundamentals of Weed Science. Academic Press Inc., San Diego, USA.
18. SANTOS, D. M. M. Fisiologia Vegetal. Material da disciplina. UNESP: Jaboticabal, SP, **2005**.
19. <http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Paginas/default.aspx>, acesso em 30/08/2018.
20. Estrada de Ferro Vitória – Minas, disponível em [http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia\\_vitoria\\_minas.jpg](http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia_vitoria_minas.jpg), acesso em 30/08/2018.
21. Estrada de Ferro Carajás, disponível em [http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia\\_carajas.jpg](http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/PublishingImages/ferrovia_carajas.jpg), acesso em 30/08/2018.
22. SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, **2007**. p. 17-62.
23. FARIA, N.X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Pesticides poisoning in Brazil: the official notification system and challenges to conducting epidemiological studies. CienSaudeColet; v. 12, nº 1, p. 25-38, **2007**.
24. Van Den BOSH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. An introduction to biological control. New York: Plenum Press, **1987**. 247 p.
25. CHARUDATTAN, R. The mycoherbicide approach with plant pathogens. In: Microbial Control of Weeds. D. O. Tebeest, ed., New York, Chapman and Hall, p.24-57. **1991**.
26. NACHTIGAL, G. F. Desenvolvimento de agente de controle biológico microbiano de *Egeria geniculata* Egeria najas. 2000. 160 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, **2000**.





50. OSBORNE, B. A.; RAVEN, J. A. Light Absorption by Plants and Its Implications for Photosynthesis. *Biological Reviews*, v. 61, n. 1, p. 1–60, **1986**.
51. PAULUCCI, Viviane P., Renê O. Couto, Cristiane C.C. Teixeira, e Luis Alexandre P. Freitas. Optimization of the Extraction of Curcumin from Curcuma Longa Rhizomes. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 23, n° 1 (**2013**): 94–100.
52. BAGCHI, Anamika. Extraction of Curcumin. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 1, n° 3 (**2012**): 01–16.
53. PRIYADARSINI, Kavirayani. The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent. *Molecules* 19, n° 12 (**2014**): 20091–112.
54. TAHAM, T., F. A. Cabral, e M. A. S. Barrozo. Extração da bixina do urucum utilizando diferentes tecnologias. In *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, 16232–39. Florianópolis, Brasil: Editora Edgard Blücher, **2015**.
55. COSTA, Charlyton Luis S. da, e Mariana H. Chaves. Extração de pigmentos das sementes de Bixaorellana L.: uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica”. *Química Nova* 23, n° 1 (**2005**): 149–52.
56. LIOU, K. N. An Introduction to Atmospheric Radiation. 2 nd Ed., Academic Press, 2002. Apud R. B. SOUZA; M. S. REBOITA; A. P. WERLE; E. B. C. COSTA REEC – *Revista Eletrônica de Engenharia Civil* Vol 13 - n° 1 (**2016**).
57. LIMA, J. F. Nanocompostos a base de cério com aplicações na absorção da radiação ultravioleta. Tese (Doutorado em Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, p. 184. **2013** apud Oliveira, D. F. Confiabilidade metrológica e validação de procedimentos espectroradiométricos para medição de fontes luminosas. Dissertação (Mestrado em Metrologia). Centro Científico, Universidade Pontifícia Católica, Rio de Janeiro (2006).
58. KIMURA, Fukiko, Masashi Sato, e Hisashi Kato-Noguchi. Allelopathy of Pine Litter: Delivery of Allelopathic Substances into Forest Floor. *Journal of Plant Biology* 58, n° 1 (**2015**): 61–67.
59. UV-Vis Frequently Asked Questions - Solid Sample Transmission. Disponível em: <https://www.ssi.shimadzu.com/products/uv-vis-spectrophotometers/faqs/solid-sample-transmission.html>. Acesso em 17 de junho de 2021.
60. Measuring diffuse reflectance of solid samples with the Agilent Cary 60 UV-Vis. Disponível em: [https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1430EN\\_AppNote\\_Cary60\\_FiberDRA\\_materials.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1430EN_AppNote_Cary60_FiberDRA_materials.pdf). Acesso em 17 de junho de 2021.
61. BERGAYA, F., THENG, B., LAGALY, G. Handbook of Clay Science. 1ª ed. Amsterdam: Elsevier, 2006.
62. HENSEN, E. J. M.; SMIT, B. Why Clays Swell. *J. Phys. Chem. B* 2002, 106, 12664–12667 apud PEREIRA, P. M. R., Argilas com propriedades hidro/oleofóbicas e de reflexão de infravermelho, 2015. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/143399965.pdf>>. Acesso em 26 de junho de 2021.
63. LUMMUS, J.L. & AZAR, J.J. 1986 apud SILVA, A. R. V., FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. *Rev. Elet. Mat. e Proc.* v.3.2 (2008) 26-35.
64. da LUZ, A. B., de OLIVEIRA, C. H. Bentonita. In: *Rochas e Minerais Industriais – CETEM 2005*, disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1046/1/10.Argila-BENTONITA%20ok.pdf>. Acesso em 26 de junho de 2021.
65. SHI, L.; SHAN, J.; JU, Y.; AIKENS, P.; PRUD'HOMME, R. K. Nanoparticles as delivery vehicles for sunscreen agents. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 396 p. 122–129, 2012. Apud RODRIGUES, K. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS DE BENTONITA CONTENDO FILTROS-SOLARES, 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/18387/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Katiane%202020.pdf>>. Acesso em: 26 de junho de 2021.

## 24. Infraestrutura necessária já existente

Item	Quantidade	Local
Laboratório de Físico-Química da UFES	1	UFES /CCE
Laboratório - NCQP – UFES	1	UFES/CCE
Laboratório – Análises vegetais – UFES	1	UFES/CCA (Alegre)



## 25. Auxílio recebido ou solicitado a outras entidades para o projeto (indicar moeda)

Entidade	Valor solicitado	Valor aprovado
n/a	n/a	n/a

## 26. Candidatos a bolsas de pesquisa que possuem vínculo empregatício

Pesquisador	Entidade	Departamento	Função atual
Ana Cecília Bulhões Figueira	Centro Universitário Estácio de Ribeirão Preto	EAD	Professora/Tutora em EAD

## 27. Anexos

#	Anexo	Descrição
	Planilha financeira	Dados orçamentários do projeto

## 28. Assinaturas

Preparado por:

\_\_\_\_\_  
Eloi Alves da Silva Filho

Aprovado por:

\_\_\_\_\_  
Renata Frank

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Cláudio Coutinho Armando Blondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Cláudio Coutinho Armando Blondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



## Formulário para detalhamento do orçamento da proposta de projeto de pesquisa e desenvolvimento

Projeto

### DADOS DO PROJETO (não abrevie)

Título do Projeto:	Desenvolvimento de materiais para a inibição de crescimento vegetal: potencial aplicação em vias ferroviárias da empresa VALE.		
Projeto em Rede ?	Individual	Título da rede (se aplicável)	
Instituição Líder:	Universidade Federal do Espírito Santo		
Coordenador:	Eloi Alves da Silva Filho		
Duração do Projeto (em meses):	36	Data de Início:	01/10/2020

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani França, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been digitally signed by {signersNames}. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



## Formulário para detalhamento do orçamento da proposta de projeto de pesquisa e desenvolvimento

**Parceiro**

**DADOS DO PARCEIRO (não abrevie)**

<b>Instituição:</b>	Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
<b>Responsável:</b>	Eloi Alves da Silva Filho

**ORÇAMENTO DETALHADO - Bolsas de pesquisa\***

Tipo de Bolsa	Justificativa	Quantidade	Duração (meses)	Custo Unitário	Custo Total	Valor Ano					Valor Ano 5	
						1	2	3	4	5		
Iniciação Científica	Estudantes de graduação em química (CCE) ou agronomia (CCAe) da UFES, para auxiliar nas etapas do projeto.	3	36	R\$ 400,00	R\$ 43.200,00	R\$ 14.400,00	R\$ 7.200,00	R\$ 7.200,00	R\$ 14.400,00			
Bolsa DT	Bolsa de Gestão do Projeto (Coordenação do projeto)	1	36	R\$ 2.800,00	R\$ 100.800,00	R\$ 33.600,00	R\$ 16.800,00	R\$ 16.800,00	R\$ 33.600,00			
Bolsa DT	Pesquisador (docente - apoio à pesquisa)	3	24	R\$ 1.500,00	R\$ 108.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 54.000,00	R\$ 54.000,00			
Bolsa DT	Pesquisador (docente - apoio à pesquisa)	1	12	R\$ 1.500,00	R\$ 18.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 18.000,00			
Bolsa DTI	Pesquisador (nível mestre - DTI-B)	1	24	R\$ 3.000,00	R\$ 72.000,00	R\$ -	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 36.000,00			
Pós-doc	Pesquisador (nível 2 Pós-Doc)	1	24	R\$ 3.750,00	R\$ 90.000,00	R\$ -	R\$ 22.500,00	R\$ 22.500,00	R\$ 45.000,00			
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 432.000,00</b>	<b>R\$ 48.000,00</b>	<b>R\$ 64.500,00</b>	<b>R\$ 118.500,00</b>	<b>R\$ 201.000,00</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ -</b>

**ORÇAMENTO DETALHADO - Materiais, Serviços e Demais despesas**

Item	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Valor Ano					Valor Ano 5		
					1	2	3	4	5			
Material permanente nacional	Agiador Magnético com aquecimento	3	R\$ 3.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
Material permanente nacional	Vortex agitador para tubo	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
Material permanente nacional	Fluorímetro portátil. Medidor multi-pigmentos flavonóides antocianinas e clorofila em folhas	1	R\$ 65.000,00	R\$ 65.000,00	R\$ 65.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
Material permanente nacional	Sensor Quantum em Linha (LI-191R); medidor da radiação luminosa fotossinteticamente ativa	1	R\$ 48.000,00	R\$ 48.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 48.000,00	R\$ -	R\$ -			
Material de consumo	Reagentes químicos, gases, solventes, materiais e vidrarias diversos	1	R\$ 121.800,00	R\$ 121.800,00	R\$ 20.900,00	R\$ 20.900,00	R\$ 35.680,13	R\$ 80.000,00	R\$ -			
Material permanente nacional	Sistema de Espectrofotometria de UV-Vis - módulo Ótico, PC, Software, Cubetas de Quartzo, Acessoário de DRA com vídeo (filmes e sólidos)	1	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 180.000,00	R\$ -	R\$ -			
Material permanente nacional	Bomba de vácuo	2	R\$ 17.393,50	R\$ 34.787,00	R\$ 34.787,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
Viagens	Deslocamento de profissionais (reconhecimento e coleta de espécies vegetais, análises e caracterizações, intercâmbio de pesquisadores entre Campi)	1	R\$ 32.001,31	R\$ 32.001,31	R\$ 5.001,31	R\$ 12.000,00	R\$ -	R\$ 15.000,00	R\$ -			
Serviços de terceiros	Serviços gerais (frete, manutenção da casa de vegetação, de equipamentos e do laboratório, pagamento de análises, painéis para congressos, transporte de amostras, insumos e equipamentos)	500	R\$ 83.342,10	R\$ 83.342,10	R\$ 5.500,00	R\$ 11.224,26	R\$ 33.617,84	R\$ 33.000,00	R\$ -			
Material permanente nacional	Estufa climatizada (testes biológicos)	1	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
Material permanente nacional	Lâmpada UV (254 nm/365 nm) UVGL-55 com o objetivo de testes da radiação UV sobre a vegetação com e sem o inibidor	1	R\$ 5.713,00	R\$ 5.713,00	R\$ 5.713,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani França, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani França, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.

Material permanente nacional	Lâmpada Xe (Xenarc D Htr 35W) - testes de degradação de substâncias cromóforas: Mimetiza radiação solar.	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ -				
<b>TOTAL</b>													
			R\$ 681.243,41	R\$ 247.601,31	R\$ 44.124,26	R\$ 297.297,97	R\$ 128.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

**ORÇAMENTO DETALHADO - Taxas**

Tipo de Taxa	Justificativa	Percentual	Valor Ano 1 Aporte 1	Valor Ano 2 Aporte 2	Valor Ano 2 Aporte 3	Valor Ano 3 Aporte 4	Valor Ano 4	Valor Ano 5
13% de taxa de gerenciamento de UFES	Taxa de administração da UFES exigida por lei	13%	R\$ 10.322,17	R\$ 14.121,15	R\$ 5.633,94	R\$ 9.870,00		
9% de taxa da Fundação	Taxa de administração da Fundação	9%	R\$ 7.146,12	R\$ 9.776,18	R\$ 14.391,78	R\$ 25.212,72		
3% Ressarcimento à UFES	Taxa adm UFES (isenção DEPE aportes aditivos)	3%						
8% Custo operacional FEST	Taxa de custo operacional FEST (Aditivo)	8%						
	<b>Valor das taxas nos APORTES 1 e 2</b>	<b>22%</b>	<b>R\$ 17.468,29</b>	<b>R\$ 23.897,34</b>	<b>R\$ 20.025,72</b>	<b>R\$ 35.082,72</b>		
	<b>Valor das taxas nos APORTES 3 e 4</b>	<b>11%</b>						
	<b>TOTAL GERAL DAS TAXAS</b>	<b>96,474,07</b>						
	<b>Total a ser desembolsado por ano</b>	<b>R\$ 1.245.397,6</b>	<b>R\$ 312.969,6</b>	<b>R\$ 132.521,6</b>	<b>R\$ 435.823,7</b>	<b>R\$ 364.082,7</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been digitally signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Villela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.



## Parceiro - Cronograma de desembolso do projeto

Instituição:

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

	ANO 1 Aporte 1	ANO 2 Aporte 2	ANO 2 Aporte 3	ANO 3 Aporte 4	TOTAL
1. Bolsa de pesquisa	R\$ 48.000	R\$ 64.500	R\$ 118.500	R\$ 201.000	R\$ 432.000
2. Material de consumo	R\$ 20.900	R\$ 20.900	R\$ 35.680,13	R\$ 80.000	R\$ 157.480
3. Material permanente nacional	R\$ 216.100	R\$ -	R\$ 228.000	R\$ -	R\$ 444.100
4. Material permanente importado	R\$ -				
5. Serviços de terceiros	R\$ 5.500	R\$ 11.224	R\$ 33.618	R\$ 33.000	R\$ 83.342
6. Obras e edificações civis	R\$ -				
7. Viagens e diárias	R\$ 5.001	R\$ 12.000	R\$ -	R\$ 15.000	R\$ 32.001
8. Participação em congressos	R\$ -				
9. Taxas	R\$ 17.468	R\$ 23.897	R\$ 20.026	R\$ 35.083	R\$ 96.474
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 312.970</b>	<b>R\$ 132.522</b>	<b>R\$ 435.824</b>	<b>R\$ 364.083</b>	<b>R\$ 1.245.397,6</b>

Este documento foi assinado eletronicamente por Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. Para verificar as assinaturas vá ao site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 0479-AA29-8C12-9398. This document has been digitally signed by {signersNames}. This document has been electronically signed by Gustavo Henrique Roque, André Stanzani Franca, Paulo Sérgio de Paula Vargas, Adriano Dutra Vilela, Eloi Alves da Silva Filho, Clarice da Silva Couto e Armando Biondo Filho. To verify the signatures, go to the site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code 0479-AA29-8C12-9398.

## PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/0479-AA29-8C12-9398> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale . To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/0479-AA29-8C12-9398> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code below to verify that this document is valid.

**Código para verificação: 0479-AA29-8C12-9398**



### Hash do Documento

F82B062F2A756A269F57EA5444961F8705351665309C6087B1A550900DB54C46

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 16/08/2022 é(são) :

- Gustavo Henrique Roque (Gerente Gestão de Inov. Des. Tecnológico Vale) - 027.030.646-32 em 16/08/2022 17:05 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

### Evidências

**Client Timestamp** Tue Aug 16 2022 17:05:46 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -19.6576085 Longitude: -43.2400595 Accuracy: 1462.6182837544957

**IP** 142.40.176.69

**Hash Evidências:**

8B07614F5BF99CE72A836C1116A00E3AFF0195DB719BFA888A6FDADF80ABA46A6

- André Stanzani Franca (Testemunha) - 100.257.677-63 em 03/08/2022 13:22 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

### Evidências

**Client Timestamp** Wed Aug 03 2022 13:22:36 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -20.2598314 Longitude: -40.2639012 Accuracy: 21.046

**IP** 179.217.5.221

**Hash Evidências:**

0CAB97AFDC596B9E603DFDA291466262B5425A6291C4AE3BCF4E561D57A0A742

- Paulo Sérgio de Paula Vargas (Reitor UFES) - 526.372.397-00 em 02/08/2022 15:51 UTC-

03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: reitor@ufes.br

### Evidências

**Client Timestamp** Tue Aug 02 2022 15:50:55 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -20.2722427 Longitude: -40.3021118 Accuracy: 1004.5035499934518

**IP** 200.137.67.51

#### Hash Evidências:

392581EB1D30C18B59C62809C32BAE98BE296BD36373F053399B4989DDCDA9D4

- Adriano Dutra Vilela (Coordenador de Meio Ambiente EFVM Vale) - 043.812.726-92 em 02/08/2022 09:22 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

### Evidências

**Client Timestamp** Tue Aug 02 2022 09:22:02 GMT-0300 (GMT-03:00)

**Geolocation** Latitude: -20.260291914634163 Longitude: -40.25627747560978 Accuracy: 55

**IP** 200.6.35.101

#### Hash Evidências:

E2D64B005E6ECE45C566C30550B706C07F284B651575580C56F4510A3BEFF4A5

- Eloi Alves da Silva Filho (Pesquisador Líder UFES) - 079.530.368-86 em 01/08/2022 22:32 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: eloi.silva@ufes.br

### Evidências

**Client Timestamp** Mon Aug 01 2022 22:32:33 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -20.0474624 Longitude: -40.1965056 Accuracy: 1171.2746240746371

**IP** 191.32.183.38

#### Hash Evidências:

ED019BB32EA22DC991542A2896057020900B1ACED5CD79E9CE10A438B3C9BEF7

- Clarice da Silva Couto (Testemunha) - 102.931.877-89 em 01/08/2022 16:08 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: clarice.couto@vale.com

### Evidências

**Client Timestamp** Mon Aug 01 2022 16:08:19 GMT-0300 (-03)

**Geolocation** Location not shared by user.

**IP** 177.27.6.246

**Hash Evidências:**

7DA9EBBF7A964F2BA7471304E5B881E2D76B3C283902B09EF0137F015826A5F8

- Armando Biondo Filho (Superintendente FEST) - 376.717.407-30 em 01/08/2022 16:06 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: armando.biondo@fest.org.br

**Evidências**

**Client Timestamp** Mon Aug 01 2022 16:06:47 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -20.274319 Longitude: -40.305824 Accuracy: 12

**IP** 200.137.65.109

**Hash Evidências:**

B001D57693C20D521EBB5217E6E9D59E6A3267C417A91CFED0AB0001F3C7BA93

