2º TERMO ADITIVO AO ACORDO DE PARCERIA PARA PESQUISA DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO FIRMADO ENTRE VALE S.A., A UFES E A FEST

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 n.º 32.479.123/0001-43, neste ato representada por sua Reitor, Prof. Reinaldo Centoducatte, casado, portadora do CPF n.º 616.006.107-06, 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 **06 de novembro de 2018**, as Partes celebraram o Acordo de Parceria para Pesquisa Desenvolvimento e Inovação, doravante denominado "Acordo", para execução do projeto de pesquisa "***Estudo da Reciclagem de Materiais Polimericos Oriundos da Empresa Vale***", a seguir denominado Projeto E em **20/02/2019** assinaram o Primeiro Termo Aditivo ao Acordo;

CONSIDERANDO que as Partes desejam testar os resultados parciais do projeto supramencionado em áreas e atividades da **VALE**, para fins de pesquisa e desenvolvimento e testes de P&D;

CONSIDERANDO que as Partes mantêm a relação jurídica em condições de pleno equilíbrio e desejam alterar o valor do Acordo, bem como seu prazo de vigência e substituir seu Anexo I;

Resolvem celebrar o presente 2º Termo Aditivo ao Acordo ("Termo Aditivo"), de acordo com as seguintes cláusulas e condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

1.1. O presente Termo Aditivo tem como objeto a alteração do valor e da vigência do Acordo e a substituição do Anexo I.

CLÁUSULA SEGUNDA – DAS ALTERAÇÕES

2.1. Em consequência do disposto na cláusula 1.1, as Subclausulas 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$ 3.744.003,62** (três milhões, setecentos e quarenta e quatro mil e três reais e sessenta e dois centavos). A **FUNDAÇÃO** deverá abrir conta bancária específica para o Projeto.*

*3.1.1 Os valores constantes da presente Cláusula já incluem as taxas administrativas da **FUNDAÇÃO** 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.*

*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 em 05 (cinco) parcelas, 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 14 e 15, 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, no item 15 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 14 e 15 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 Sétima do Acordo passará a ter a seguinte redação:

"CLÁUSULA SÉTIMA: DA VIGÊNCIA

7.1 O presente ACORDO vigorará pelo prazo de 60 (sessenta) 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, o Anexo I do Acordo, será substituído pelo anexo do presente aditivo.

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 da 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

3.2. Permanecem inalteradas e ratificadas todas as demais Cláusulas do Acordo, naquilo em que não conflitarem com o teor deste instrumento.

E, por estarem assim justas e contratadas, as Partes assinam o presente Termo Aditivo, em 3 (três) vias de igual teor e forma, para um só efeito, na presença das testemunhas abaixo.

Espírito Santo, 17 de MARÇO de 20

VALE S.A.
Nome: Sandoval Carneiro
Gerente de Tecnologia
e Inovação para Sustentabilidade

UFES
Nome: **Reinaldo Centoducatte**
Reitor
Universidade Federal do Espírito Santo

VALE S.A.
Nome: Especialista Técnica de Cooperação e Acompanhamento de Projetos

FEST
Nome: Fundação Espírito Santense de Tecnologia
Armando Biondo Filho
Superintendente
CPF 376717407-30

Testemunhas:

Nome: ELOI A. SILVA FILHO
CPF: 079.530.368-86
Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho
Departamento de Química/CCE/UFES
SIAPE: 2978970

Nome: Carlos Vital Paixão de Melo
CPF: 038.970.338-95

VALE

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

Parceiro

DADOS DO PARCEIRO (não abrevie)

Instituição	Universidade Federal do Espirito Santo - UFES
Responsavel	Eloi Alves da Silva Filho

ORÇAMENTO DETALHADO - Bolsas de pesquisa

Tipo de Bolsa	Justificativa	Quantidade	Duração (meses)	Custo Unitário	Custo Total	Valor Ano 1	Valor Ano 2	Valor Ano 3	Valor Ano 4	Valor Ano 5
Líder da pesquisa	Necessário para desenvolver e implantar as tecnologias necessários ao projeto	1	60	R$ 4.500,00	R$ 270.000,00	R$ 54.000,00	R$ 54.000,00	R$ 54.000,00	R$ 54.000,00	R$ 54.000,00
DT	Pesquisador I	1	60	R$ 2.800,00	R$ 168.000,00	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00
DT	Pesquisador II	1	24	R$ 2.800,00	R$ 67.200,00	R$ 33.600,00	R$ 33.600,00	R$ -	R$ -	R$ -
IC	Estudantes de graduação para preparar as resinas	1	24	R$ 695,70	R$ 16.696,80	R$ 8.348,40	R$ 8.348,40	R$ -	R$ -	R$ -
Mestrado	Estudante de mestrado para desenvolver os novos produtos de PP/OS (CONTRAPARTIDA DA UFES)	0		R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -
Doutorado (DAI)	Taxa de bancada para o doutorado necessário para as atividades complementares do projeto (Fernando Silva Betim)	1	36	R$ 394,00	R$ 14.184,00	R$ -	R$ 4.728,00	R$ 4.728,00	R$ 4.728,00	R$ -
Doutorado (DAI)	Taxa de bancada para o doutorado necessário para as atividades complementares do projeto	3	48	R$ 394,00	R$ 56.736,00	R$ -	R$ 14.184,00	R$ 14.184,00	R$ 14.184,00	R$ 14.184,00
TOTAL					R$ 592.816,80	R$ 129.548,40	R$ 148.460,40	R$ 106.512,00	R$ 106.512,00	R$ 101.784,00

ORÇAMENTO DETALHADO - Materiais, Serviços e Demais despesas

Item	Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Valor Ano 1	Valor Ano 2	Valor Ano 3	Valor Ano 4	Valor Ano 5
Material permanente nacional	Reator de inox de 2000L para teste industrial com agitação e aquecimento	1	R$ 150.000,00	R$ 150.000,00		R$ 150.000,00			
Material permanente nacional	Agitado de 2000 L em inox para teste industrial	1	R$ 60.000,00	R$ 60.000,00		R$ 60.000,00			
Material permanente nacional	Bomba pneumatica para teste industrial	1	R$ 7.000,00	R$ 7.000,00		R$ 7.000,00			
Obras e edificações civis	Adequação da planta piloto para teste industrial com: cobertura de concreto e metálica para os reatores e misturador. Piso, hidraulica/mangueiras e elétrica para os reatores e misturadoras de 2000L.	1	R$ 110.000,00	R$ 110.000,00		R$ 110.000,00			
Material permanente nacional	Peneiras para teste da resina PU em pelotas de minerio de ferro	5	R$ 500,00	R$ 2.500,00		R$ 2.500,00			
Material permanente nacional	Manta e chapa aquecedora para teste laboratória da resina PU em pelotas de minerio de ferro	5	R$ 2.500,00	R$ 12.500,00		R$ 12.500,00			

VALE

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

Parceiro

Material permanente nacional	Maquina para amolar facas rotátivas do moinho de PET e PU	1	R$ 18.000,00	R$ 18.000,00		R$ 18.000,00					
Material permanente nacional	Vidrarias de laboratório para teste da resina PU	1	R$ 11.000,00	R$ 11.000,00		R$ 11.000,00					
Material permanente nacional	Moinho shredder para triturar PU	1	R$ 75.000,00	R$ 75.000,00		R$ 75.000,00					
Material permanente nacional	Estufa para teste de qualiddade da resina PU em pelotas	1	R$ 10.000,00	R$ 10.000,00		R$ 10.000,00					
Material permanente nacional	Balança semi analita para testar a resina PU em pelotas de minerio de ferro	1	R$ 10.000,00	R$ 10.000,00		R$ 10.000,00					
Serviços de terceiros	Operação da planta piloto para teste industrial	1	R$ 184.000,00	R$ 184.000,00	R$ 84.000,00	R$ 100.000,00					
Serviços de terceiros	Manutenção da planta piloto para teste industrial	1	R$ 142.981,12	R$ 142.981,12	R$ 97.981,12	R$ 45.000,00					
Material de consumo	Material de consumo para resina PU	1	R$ 155.400,00	R$ 155.400,00		R$ 155.400,00					
Material de consumo	Material de consumo para resina incolor + cor	1	R$ 111.533,97	R$ 111.533,97		R$ 111.533,97					
Serviços de terceiros	Tecnico em química para o teste industrial: será responsável pela inserção dos reagentes químicos nos reatores e acoperhar o processo.	1	R$ 51.000,00	R$ 51.000,00		R$ 51.000,00					
Serviços de terceiros	Apoio de laboratório para teste industrial: será necessário a contratação de mais um auxiliar para ajudar de forma integral o técnico em química na adição dos produtos e no envaze dos mesmo.	1	R$ 42.000,00	R$ 42.000,00		R$ 42.000,00					
Serviços de terceiros	Supervisor de química para o teste industrial : químico que vai validar e supervizionar a produção da resina PU, PET incolor e com cor. O supervisor em questão possui amplo conhecimento na produção de resinas polimérricas.	1	R$ 105.000,00	R$ 105.000,00		R$ 105.000,00					
Serviços de terceiros	Frete para transpote de resina e materia prima para testes industriais	48	R$ 725,00	R$ 34.800,00		R$ 34.800,00					
Serviços de terceiros	Técnicos para trabalhar na planta piloto	2	R$ 5.247,00	R$ 293.832,00	R$ 293.832,00						
Serviços de terceiros	Apoio de laboratório	2	R$ 2.232,00	R$ 124.992,00	R$ 62.496,00	R$ 62.496,00					
Obras e edificações civis	Preparação da área em volta do container, tais como piso e cerca, identificação	2	R$ 56.000,00	R$ 112.000,00	R$ 110.000,00	R$ 2.000,00					
Viagens e diárias	A definir	1	R$ 15.236,98	R$ 15.236,98	R$ 13.236,98	R$ 2.000,00					
Participação em congressos	A definir	1	R$ 2.999,20	R$ 2.999,20	R$ 1.999,20	R$ 1.000,00					
Material de consumo	Reagentes e aditivos para a resina (uso em toneladas) para ser usado nos experimentos	1	R$ 4.000,00	R$ 4.000,00	R$ -	R$ 4.000,00					
Material de consumo	Óleo Termoelétrico para o reator para os experimentos no reator de 500 L	2	R$ 2.000,00	R$ 4.000,00	R$ -	R$ 4.000,00					
Material de consumo	d-limoneno para uso nos experimentos	2	R$ 3.400,00	R$ 6.800,00	R$ -	R$ 6.800,00					
Material de consumo	Material de consumo para testes de longo prazo PET sem cor, 45 mil litros da resina, 1%(m/m)	1	R$ 68.603,01	R$ 68.603,01	R$ 68.603,01						
Material de consumo	Material de consumo para testes de longo prazo PET com aditivo de cor, 80 mil litros da resina, 1%(m/m)	1	R$ 43.724,44	R$ 43.724,44	R$ 43.724,44						

Material de consumo	Material de consumo para dois testes de longo prazo com outros polimeros sem cor e com cor * executada a partir do momento que for solicitado por demanda VALE	1	R$ 314.012,75	R$ 314.012,75		R$ 314.012,75				
Material permanente nacional	Turbidimetro de bacada	2	R$ 2.234,00	R$ 4.468,00	R$ 4.468,00					
Material permanente nacional	Máquina completa de reciclagem - marca Malon, importante para dar rapidez na produção em larga escala, inclui moinho, centrifuga e silo.	1	R$ 306.270,00	R$ 306.270,00	R$ 306.270,00					
Material permanente nacional	Maquina Empilhadeira de 2,5 Toneladas	1	R$ 51.000,00	R$ 51.000,00	R$ 51.000,00					
				R$ -						
				R$ -						
				R$ -						
TOTAL				R$ 2.644.653,47	R$ 1.137.610,75	R$ 1.507.042,72	R$ -	R$ -	R$ -	
TOTAL GERAL (sem taxas)				R$ 3.237.470,27	R$ 1.267.159,15	R$ 1.655.503,12	R$ 106.512,00	R$ 106.512,00	R$ 101.784,00	

ORÇAMENTO DETALHADO - Taxas

Tipo de Taxa	Justificativa	Percentual Total	Valor Ano 1	Valor Ano 2	Valor Ano 3	Valor Ano 4	Valor Ano 5
Destinação para a Universidade	Destinação para Universidade Federal do Espirito Santo, conforme Resolução 11/2015 Cun UFES, que estabelece normas financeiras e administrativas para projetos que envolvam recursos financeiros extraorçamentários, doações pecuniárias, alienações e transferência de recursos orçamentários. A taxa não incide sobre material permanente e obras e edificações civis.	13%	R$ 103.404,75	R$ 154.375,40	R$ 13.846,56	R$ 13.846,56	R$ 13.231,92
Taxa de operação de fundação de apoio	Custos operacionais da fundação de apoio, conforme Resolução 11/2015 Cun UFES. A taxa de 5% incide somente sobre o material permanente e obras e edificações civis	5%	R$ 23.586,90	R$ 23.400,00	R$ -	R$ -	R$ -
Taxa de operação de fundação de apoio	Custos operacionais da fundação de apoio, conforme Resolução 11/2015 Cun UFES. A taxa de 7% não incide sobre o material permanente e obras e edificações civis	7%	R$ 55.679,48	R$ 83.125,22	R$ 7.455,84	R$ 7.455,84	R$ 7.124,88
Valor das taxas por ano			R$ 182.671,13	R$ 260.900,62	R$ 21.302,40	R$ 21.302,40	R$ 20.356,80
TOTAL GERAL DAS TAXAS		R$ 506.533,35					
Total a ser desembolsado por ano		R$ 3.744.003,62	R$ 1.449.830,28	R$ 1.916.403,74	R$ 127.814,40	R$ 127.814,40	R$ 122.140,80

VALE

Estudo da Reciclagem de Materiais Poliméricos oriundos da Empresa Vale (ADITIVO *Fase IIII*)

Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho
Prof. Dr. Carlos Vital Paixão de Melo

FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

[Vitória,20 de outubro de 2019)
[Versão Final]

Sumário

1. Dados do Proponente (não abrevie)

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

1.1 Pesquisador Líder

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

Nome		
Eloi Alves da Silva Filho		
Área de Formação/Especialização		
Química/Físico-Química		
Telefone	**Celular**	**E-mail**
27-4009-2365	**27-999445630**	eloisilv@gmail.com ou eloi.silva@ufes.br
Titulação		**Regime de Trabalho**
( ) Graduado ( ) Especialista ( ) Mestre ( ) Doutor (X) Pós-Doutorado		( ) Contrato Temporário (**X**) Dedicação Exclusiva ( ) ___ horas semanais

1.2 Dados da Instituição (não abrevie)

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

1.3 Dados do Projeto (não abrevie)

Nome do Projeto:	**ESTUDO DA RECICLAGEM DE MATERIAIS POLIMERICOS ORIUNDOS DA EMPRESA VALE**		
Linha de Pesquisa*:	Reciclagem de Polímeros		
Duração do Projeto:	60 meses		
Versão	**Data**	**Autor**	**Alteração**

1.4 Dados da Vale (quando aplicável)

Área da Vale envolvida:	**Meio Ambiente Ger Exc SSMA INFRA CORREDOR SUL - Tecnologia e Inovação**
Contato:	Renata Frank

2. Equipe do Projeto

Instituição	Nome	Titulação	Participação no Projeto e função	Link no *Currículo Lates*
UFES	Eloi Alves da Silva Filho	Doutor	Pesquisador Lider (bolsa)	http://lattes.cnpq.br/8259708288584235
UFES	Carlos Vital Paixão de Melo	Doutor	Pesquisador (bolsa)	http://lattes.cnpq.br/9555951916049288
UFES	Simone Queiroga Brito	Doutora	Pesquisador	http://lattes.cnpq.br/1705898629074893
VALE	Renata Frank	Graduação	Coordenadora Vale	(não cadastrada)
UFES	Mateus Uliana	Graduação	IC	http://lattes.cnpq.br/5140140947437919

3. Palavras Chave do Projeto (3 palavras)

Reciclagem, Resíduos Plásticos, Sustentabilidade.

4. Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página)

A grande quantidade de PET produzida a cada ano possui dois problemas potenciais: a matéria-prima para sua produção, visto que como todos os polímeros, os poliésteres são feitos de materiais que são derivados do refinamento e da reforma do petróleo (matéria-prima petroquímica), e o descarte dos produtos feitos com PET, especialmente as garrafas e outros utensílios plásticos. Deste modo novos sistemas de gestão e qualidade (ex: ISO14000/ISO9000) e novas legislações/regulamentações têm induzido cada vez mais motivos de considerações ambientais e de sustentabilidade na estratégia empresarial no que tange ao desenvolvimento de novos produtos. O interesse em desenvolver este projeto surgiu da necessidade de pesquisa direcionada a reciclagem química do PET visando desta forma contribuir para o desenvolvimento ambiental e sustentável, observando que os ganhos de um projeto como este, não são só econômicos e técnicos, mas o de trazer alternativas de destinação rentáveis para os resíduos da empresa VALE, à nível de sustentabilidade, pois uma vez o projeto piloto pronto, este poderia ser colocado na Estação Conhecimento VALE para ensinar aos catadores uma forma de agregar valor aos resíduos coletados por eles. Com isto, o PET e demais embalagens plásticas que hoje estão indo para aterros ou lixões passariam a ser recolhidos pelas associações de catadores gerando emprego e renda para a comunidade no entorno da empresa. Portanto com a reciclagem química do PET pós-consumo e com potencial aplicação como resina supressora de pó pode-se avançar de modo inovador e sustentável. Outros tipos de materiais plásticos como o PP, PE, PU entre outros também apresentam potencial função de resina supressora de pó de minério e que serão objetos de estudos na terceira fase do projeto. Além disso nessa fase III, ampliaremos os estudos com cor da resina PET em demais áreas de aplicação tais como pilhas e solo, para testes de curto e longo prazo. Os outros polímeros PP/PE/PS e PU com cor e sem cor também seguiram o mesmo tipo de estudo. Ainda nesta etapa, avançaremos nas atividades de adequação do processo em escala industrial, para o polímero com e sem cor, elevando a capacidade da planta piloto da UFES. Neste contexto, o grupo de pesquisa promoverá apoio técnico para a construção da planta na unidade de Tubarão, assim como realizará teste em escala industrial dos polímeros mencionados acima, promovendo o aprimoramento do produto e do processo produtivo.

5. Descrição do Estado da Arte

A reciclagem de Materiais Poliméricos da empresa Vale em parceria com a UFES vem contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos supressores de pó. Os estudos no laboratório mostraram a viabilidade comercial da resina PET pós consumo e comprovada em testes de laboratório de campo. Como resultado das pesquisas foi depositada a primeira patente verde da Vale obtida do PET pós consumo que é uma inovação por se tratar de um produto sustentável, registrado no INPI BR1020140298703.

Tendo em vista que o tempo de degradação no meio ambiente de um polímero é muito longo, cerca de centenas de anos e a indústria vem desenvolvendo novas tecnologias para o aproveitamento deste material através da reciclagem física. O grande problema da reciclagem física demanda de muito gasto energético e dependendo da usina de reciclagem pode haver grande liberação de gases tóxicos no meio ambiente, possibilitando a incidência de chuvas ácidas e do próprio aumento do efeito estufa, comprometendo o aquecimento global. Dessa forma, novas tecnologias como a utilizada nesse projeto, como a reciclagem verde, ou seja, o uso de compostos extraídos de produtos naturais capazes de despolimerizar os plásticos e gerando menos prejuízo ao meio ambiente. Já é relatado na literatura o uso do d-limoneno na reciclagem de poliestireno(Noguchi,1998) mas não aplicado na indústria. Portanto a Vale S.A em parceria com a UFES, de certa forma, é pioneira nesse processo de reciclagem verde.

5.1 Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida

O Estudo da Reciclagem de Materiais Poliméricos oriundos da Empresa Vale teve início em junho /2013 com a FASE I, cujo objetivo era investigar a recuperação e reciclagem de materiais poliméricos. Ao final desta fase foi disponibilizado um modelo piloto para a realização da reciclagem destes materiais poliméricos para que tivessem um destino como produto comercialmente viável e com a função de resina supressora de pó de minério.

- ✔ A FASE I teve início em junho de 2013 e término em junho de 2016. O projeto em questão teve como objetivo a comprovação científica e testes de laboratório sendo suas principais atividades /entregas:

  - Verificação da viabilidade técnica da tecnologia
  - Criação da infraestrutura laboratorial
  - Implantação do túnel de vento
  - Testes preliminares de campo
  - Depósito da patente PET

- ✔ A Fase II do Estudo da Reciclagem de Materiais Poliméricos oriundos da Empresa Vale teve início em julho de 2016 e seu término está previsto para dezembro de 2018. Tendo como objetivo tecnológico a validação da tecnologia em ambiente relevante. As Principais atividades/entregas da Fase II são:

  - Instalação da planta piloto
  - Ajuste na infraestrutura laboratorial e túnel de vento
  - Início dos testes com coloração na resina
  - Primeiros testes de campo
    - Vagão em 18/04/2018;
    - Pilha com resina colorida, previsto para outubro/2018

- Primeira patente verde PET concedida, em 05/2018

VALE

- A Fase III do projeto visa dar continuidade no desenvolvimento tecnológico e viabilidade técnica, bem como avançando em um modelo de interação e otimização para a produção industrial para fins de testes das diversas resinas em áreas da Vale como atividade de P&D, sem caráter comercial.

6. Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios, etc)

Não se aplica a esta fase do projeto

7. Considerações Regulatórias

Não se aplica ao escopo do projeto.

8. Objetivos

8.1 Gerais

Pretende-se neste trabalho investigar a recuperação e reciclagem de materiais poliméricos, através da demonstração em outros ambientes operacionais e atuação no sistema real completo e qualificado em ambiente adequado. Adicionalmente, realizará aplicações em campo na área de minério, carvão, calcário e pilhas de estéril, com aplicação de cor, concentração e teste em vias, vagão e pilha de minério e estéril. O mesmo procedimento será realizado para as outras resinas a base de PU, PE e PP/PS, buscando a interação e otimização para a produção industrial.

8.2 Específicos

8.2.1 Planta piloto

i. Adequar a estrutura da planta piloto e otimizar os parâmetros reacionais para diferentes tipos de resinas como: PU, PE, PS e PP.

ii. Orientar a adequação da estrutura da planta Vale para diferentes tipos de resinas plásticas pós consumo a ser utilizada em outras áreas da empresa.

iii. Ajustar os processos, otimizando os parâmetros sintéticos como: temperatura, agitação, tempo de reação e quantidade de reagentes. Com cor (branca) e sem cor.

iv. Produzir a resina polimérica para os testes industriais, promovendo o aperfeiçoamento do produto e das formas de aplicação.

v. Desenvolver um protocolo de qualidade de cada lote (4 tonelada/dia) produzido com o auxílio do túnel de vento tendo como finalidade a caracterização da resina produzida.

8.2.2 Outros polímeros

vi. Desenvolver a metodologia adequada para cada tipo de material polimérico a ser reciclado (PU, PE e

PP/PS)

vii. Capacitar recursos humanos na área.

viii. Avaliar técnica e economicamente a possibilidade da utilização de cada tipo de resíduo de plástico, para aplicação nas diversas áreas da Vale. Caso não seja possível fazer a reciclagem química de um deles, pretende-se identificar forma alternativa de reciclagem

9. Grau de inovação do projeto

Esta proposta tem como inovação o método de reciclagem química usando novos catalisadores como o utilizado na metodologia do PET e de outros plásticos, onde o tempo de reação diminui significativamente para 2 h em comparação com os métodos utilizados na indústria de reciclagem que consomem um tempo médio de 6 h. Por outro lado, os ganhos de um projeto como este, não são só econômicos e técnicos, mas o de trazer alternativas de destinação rentáveis para os resíduos da empresa VALE. No âmbito da sustentabilidade, poderia considerar a Estação do Conhecimento VALE para envolver os catadores em uma forma de agregar valor aos resíduos coletados por eles. Com isto, o PET e demais embalagens plásticas, que hoje estão indo para aterros ou lixões, passariam a ser recolhidos pelas associações de catadores gerando emprego e renda para a comunidade no entorno da empresa. Destaca-se a característica inovadora do projeto e da planta piloto poder ser acondicionada em um container o que possibilitará a replicação para outras unidades da VALE, em especial para áreas remotas com logística reversa de difícil execução.

10. Justificativa de Interesse

O interesse na continuidade do projeto se dá pela busca de soluções para evitar o descarte na natureza de garrafas e utensílios feitos com PET, contribuindo desta forma para o desenvolvimento sustentável.

Nas primeiras fases, a pesquisa desenvolveu a reciclagem química do PET pós-consumo visando a aplicação como resina supressora de poeira oriunda do transporte e pela ação do vento em pilhas de minério. Este processo promove a quebra da cadeia de carbono e torna a resina biodegradável.

Este projeto é, portanto, bastante vantajoso desde os pontos de vista técnico, econômico e ambiental, trazendo alternativa de destinação rentável de resíduos de uma empresa como a VALE, bem como outras empresas e indústrias que utilizam utensílios PET. Acresce que outros tipos de materiais plásticos como o polipropileno (PP), poliestireno (PE), Poliuretano (PU) entre outros, apresentam potencial de transformação em resina supressora e serão objeto de estudos na continuidade deste projeto.

11. Metodologia de Pesquisa

Ao reciclar um material polimérico é necessário fazer a sua identificação e para isso alguns experimentos simples podem ser feitos para dar início ao processo de reciclagem com segurança e dentro das normas de sustentabilidade. A separação dos plásticos é a primeira etapa do processo de reciclagem e dever ser feito através de propriedades

físicas dos polímeros, como por exemplo, densidade, condutividade térmica, temperatura de amolecimento, entre outras propriedades. A metodologia inicial do projeto é por reciclagem mecânica, onde todo o processo é feito em cinco etapas:

i) separação do resíduo polimérico;

ii) moagem;

iii) lavagem;

iv) secagem;

v) reprocessamento e transformação do polímero em um produto acabado obtido de polímero reciclado com qualidade próxima de um polímero original.

No desenvolvimento do projeto a metodologia será diferenciada para cada material polimérico a ser reciclado quimicamente, assim cada polímero terá sua metodologia especifica descrita a seguir. Destaca-se nesta metodologia que o produto de resina obtido no processo de reciclagem química do PET será utilizado como supressor de pó para vagões e pilhas de minério.

Polímero PET pós-consumo (PET_{PC})

A reciclagem química do PET pós-consumo ou Poli(Tereftalato de Etileno) - PET_{pc} será dividida em duas etapas: despolimerização sem a presença do tensoativo catiônico, brometo de hexadeciltrimetilamônio - CTAB (Reação I, Figura 1), e despolimerização com a presença do tensoativo CTAB, (Reação II, Figura 1). Todas as reações serão realizadas em meio alcalino (NaOH 7,5 mol/L) a uma temperatura de 100 °C. Antes da reação de despolimerização do PET, as garrafas de PET_{pc} (incolores ou coloridas) serão submetidas a um processo de limpeza, sendo dividido em cinco etapas: i) as garrafas de PET_{pc} serão selecionadas a partir da coleta seletiva; ii) o bico e o fundo da garrafa serão retiradas; iii) lavagem com água destilada e detergente; iv) secagem; e v) moídas em pedaços muito pequenos (aprox. 1 cm) e uniformizado. Trata-se de uma metodologia já desenvolvida pelo nosso grupo de pesquisa.

A etapa de reação de despolimerização será feita em seguida num reator de aço inox sob controle de temperatura, pressão, tempo e pH. Neste processo reacional sem o catalisador o tempo previsto é de 6h e com o catalisador este tempo é de 2h. Após a obtenção monômero ácido tereftálico (TPA) e do etileno glicol (EG), serão purificados, onde o EG obtido por destilação tem como função principal a de supressor de pó de minério.

Os produtos desta reação têm um alto valor comercial, que corresponde ao **ácido tereftálico (TPA)** onde 1 Kg representa um valor agregado de U$ 30 e o **etileno glicol (EG)**, 1 litro U$ 19.

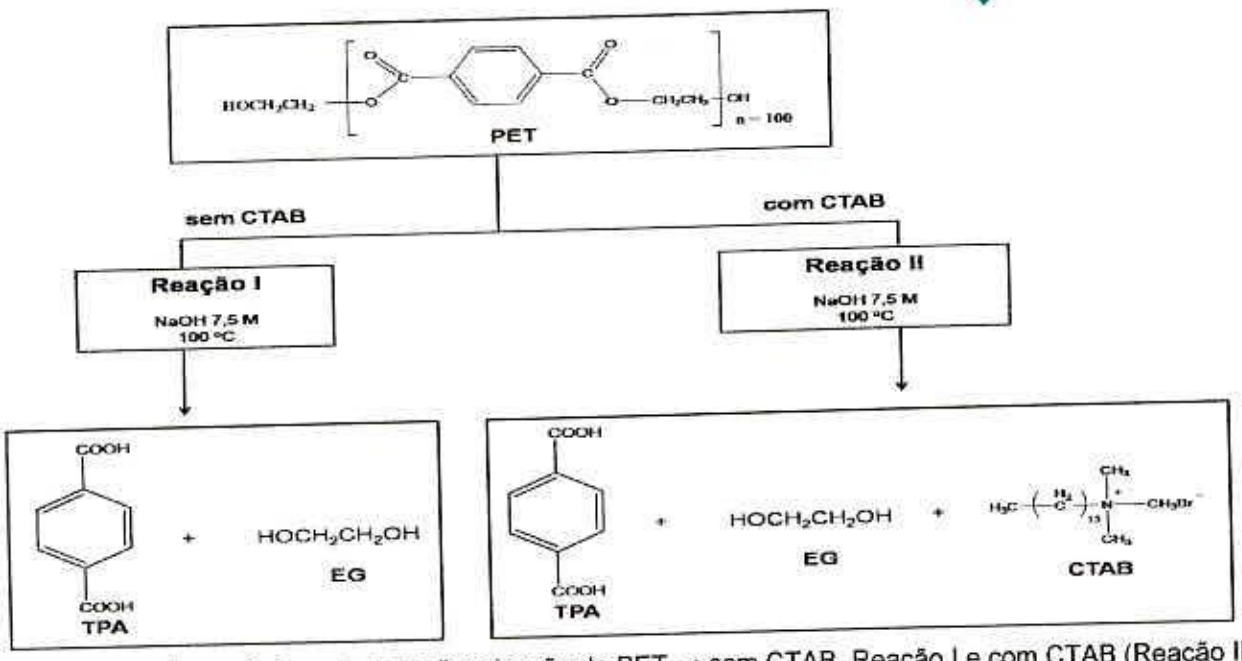

Figura 1: Reações químicas de despolimerização do PET_{pc} : sem CTAB, Reação I e com CTAB (Reação II).

Polímero Polipropileno (PP)

A metodologia para a reciclagem química do Polipropileno (PP) será realizada usando o método de XIAO *et al.*,1994 através da reação de despolimerização com inclusão da liquefação devido a liberação de gases hidrocarbonetos, trata-se de um polímero com massa molecular relativa em media de 250 kg. Para realizar a reciclagem deste polímero inicialmente será feita a preparação de catalisadores superácidos específicos tipo óxidos de ferro (Fe_2O_3/H_2SO_4) numa mistura polímero/catalisador (massa/massa). Esta mistura será então colocada em um reator autoclave de aço inox que após devidamente fechado será purgado com gás nitrogênio e pressurizado com gás hidrogênio até uma pressão desejada. Após isso, o reator será aquecido até o ponto de fusão da mistura quando então será iniciada a agitação mecânica. As variações da pressão interna, temperatura, tempo e quantidade de catalisador no reator serão monitoradas de maneira que se obtenha a melhor condição de rendimento dos produtos obtidos. Antes da reação de despolimerização do PP, o material será submetido a um processo de limpeza e granulação. O polímero PP será convertido em um líquido consistindo principalmente de parafinas ramificadas, de cadeia carbônica variando entre C_5–C_{12}. A Figura 2, abaixo mostra uma proposta de mecanismo para a despolimerização do polímero PP e na Figura 3, os produtos obtidos com o aumento da temperatura no reator. Os principais produtos obtidos em frações com variações de temperatura na faixa de 390 a 420 ^{0}C geram um rendimento máximo de 64,5% de gasolina.

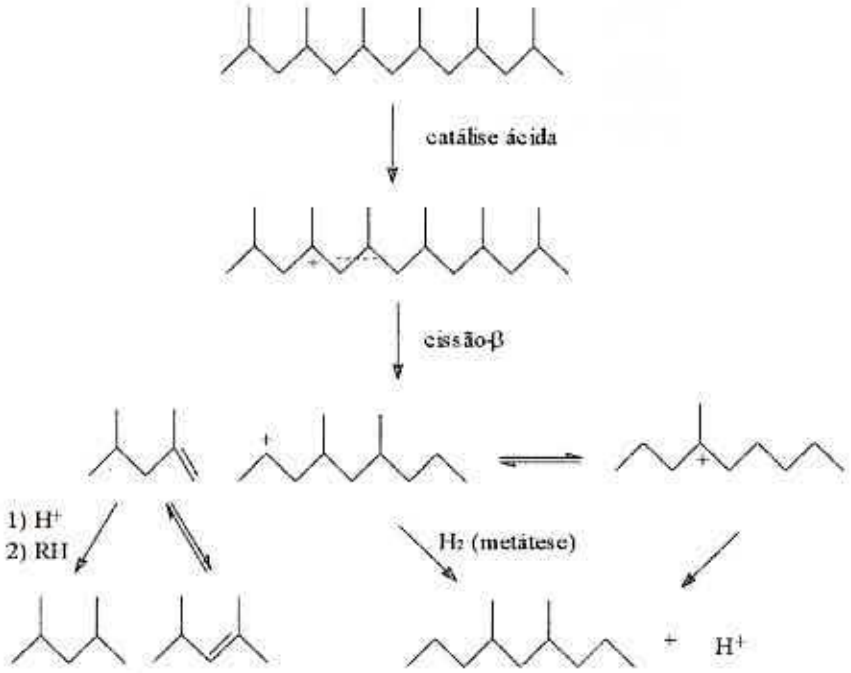

Figura 2: Mecanismo para a despolimerização do polímero PP (XIAO *et al.*,1994).

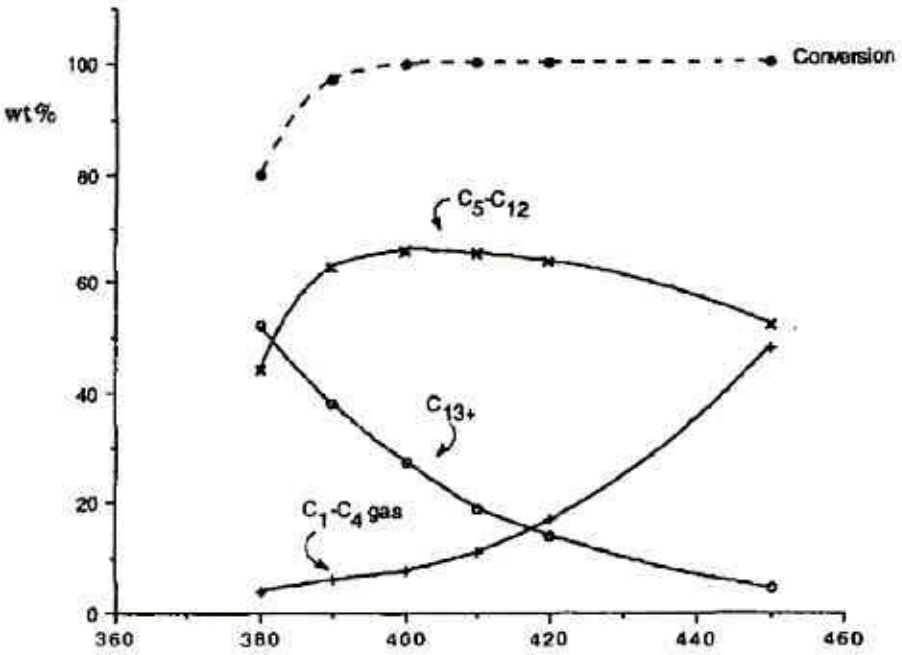

Figura 3: Produtos obtidos na despolimerização do PP com a temperatura (XIAO *et al.*,1994)

Polimero PE

A reciclagem química do polímero polietileno (PE) será efetuada de modo semelhante ao polímero PP, com mudança de catalisador que neste caso usa-se o oxido de zircônio (ZrO_2/H_2SO_4) através de craqueamento térmico, em reator de aço inox munido de autoclave e agitação mecânica. A transferência de calor para o meio reacional será efetuada através de manta elétrica que revestirá o reator. As variações da pressão interna, temperatura, tempo e quantidade de catalisador no reator serão monitoradas de maneira que se obtenha a melhor condição de rendimento dos produtos obtidos. Um termopar ficará em contato com o meio reacional de maneira a possibilitar a obtenção de uma temperatura de trabalho com um grau de oscilação baixo. O solvente a ser utilizado será o fenol (C_5H_5OH) e serão testadas várias relações de massa PE/fenol no intuito de se obter melhor rendimento para determinado(s) produto(s). Antes da reação

de despolimerização do PE, o material será submetido a um processo de limpeza e granulação. A cada carregamento no reator, a mistura PE-fenol será lavada com gás nitrogênio sem aquecimento e depois a mistura será aquecida até 120 °C. Durante o aquecimento a agitação mecânica será aumentada lentamente até 700 rpm, quando então tanto a temperatura quanto a agitação serão mantidos constantes durante 5 minutos. Subsequentemente, a autoclave será hermeticamente selada, pressurizada a 20 bar e aquecida até se obter uma temperatura reacional de 400 °C, sob atmosfera de gás nitrogênio. A temperatura será mantida constante por 5 horas. Os hidrocarbonetos gasosos serão coletados e os produtos sólidos (hidrocarbonetos de alto peso molecular) denominados de parafinas e líquidos (fenol e hidrocarbonetos) serão retirados do reator, pesados e destilados a vácuo. Na temperatura de 450 °C, 63% corresponde ao produto gasolina. A Figura 4, mostra a despolimerização térmica do PE na presença de fenol.

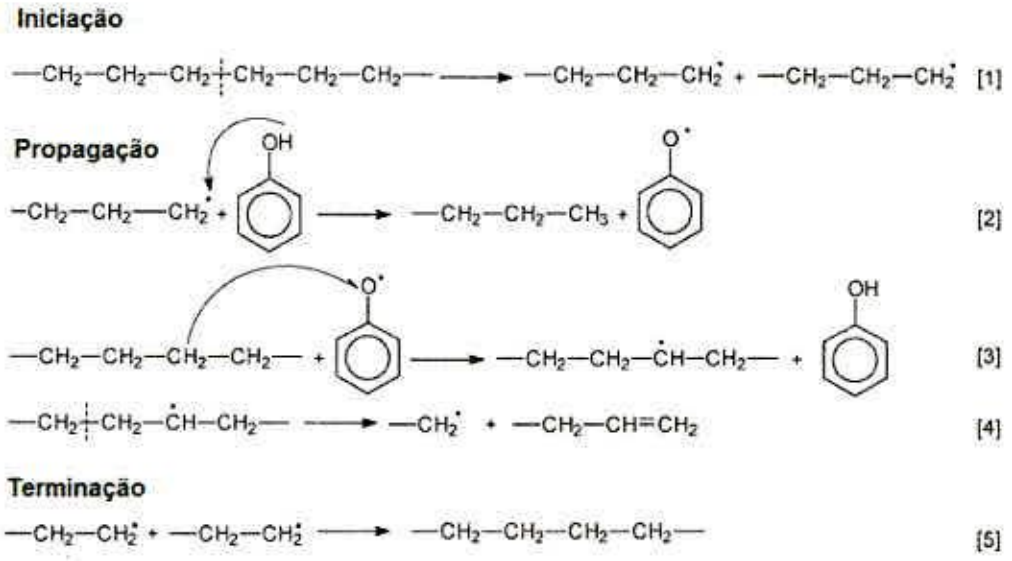

Figura 4: Despolimerização térmica do PE na presença de fenol (VICENTE *et al.*, 2009).

Polímero PB

A reciclagem química do polímero polibutadieno (PB) será efetuada preparando-se uma mistura deste com catalisadores superácidos específicos (relação massa/massa). Esta mistura será então colocada em um reator autoclave de aço inox que após fechamento será purgado com gás nitrogênio e pressurizado com gás hidrogênio até uma pressão desejada. Após isso, o reator será aquecido lentamente até o ponto de fusão da mistura quando então será iniciada a agitação mecânica. As variações da pressão interna, temperatura, tempo e quantidade de catalisador no reator serão monitoradas de maneira que se obtenha a melhor condição de rendimento dos produtos obtidos. Antes da reação de despolimerização do PB, o material será submetido a um processo de limpeza e granulação. O polímero PB será despolimerizado e liquefeito lentamente a 400 °C a uma pressão (H_2) inicial de 1200 psig (XIAO *et al.*,1994). Os produtos consistirão de uma mistura de parafinas e compostos cíclicos, incluindo alquilciclohexanos, alquilciclopentanos e alquilbenzenos. A Figura 5, mostra o processo de despolimerização do PB e obtenção de produtos.

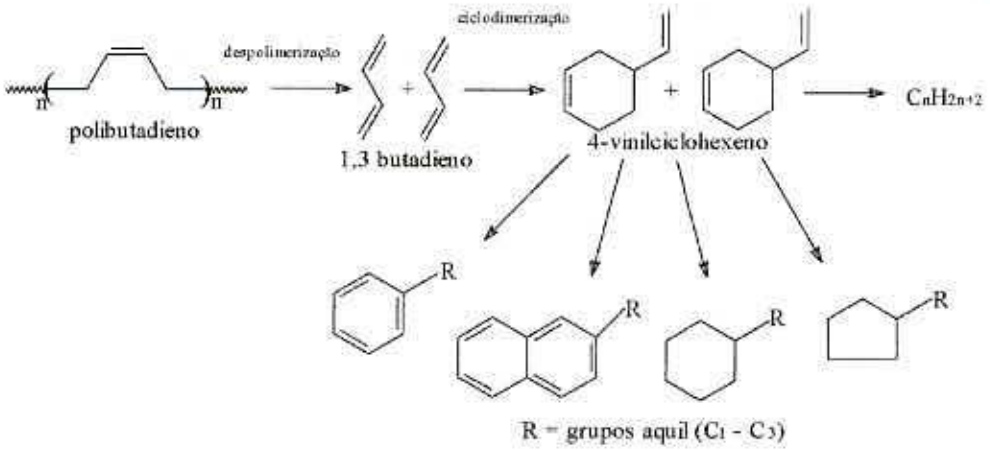

Figura 5: O processo de despolimerização do PB e obtenção de produtos.

Polímero Poliuretana

As principais matérias-primas empregadas na fabricação das poliuretanas são os di ou poli-isocianatos ou os polímeros hidroxilados de baixa massa molar (polióis). Como os compostos que tem grupo isocianatos são altamente reativos, geralmente é feita uma pré-polimerização que consiste na reação de um di ou poli-isocianato com um poliol, nas proporções previamente determinadas, para a obtenção do teor de isocianato livre desejado. A reação de polimerização ocorre pela mistura a frio do pré-polímero com o poliol final, que conduz a policondensação uretana, gerando a PU de alta massa molar.

Além da reação principal podem também ocorrer reações paralelas. A mais comum é a reação do isocianato com a água que libera dióxido de carbono (CO_2) que pode promover a expansão do polímero. (DA SILVA, 2003).

A metodologia de reciclagem química da Poliuretana (PU) será realizada através da reação de glicólise onde e misturado etileno glicol com o acetato de potássio numa temperatura de 190 °C, e em seguida esta mistura e colocada dentro do reator junto com o polímero PU, por um período de 30 minutos, onde o produto obtido e o Poliol, representado na Figura 6. Este método é muito utilizado neste tipo de polímero, foi desenvolvido por WU *et al.* em 2002 e utilizado com sucesso na produção de resina de poliol reciclada.

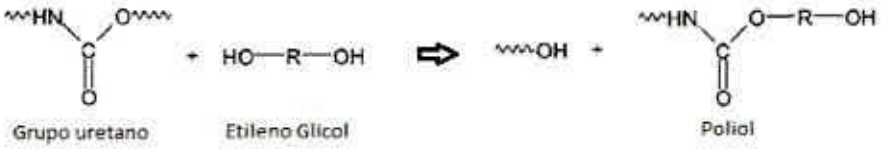

Figura 6: Reação de glicólise da poliuretana

Destaca-se neste projeto que os outros materiais plásticos como o PVC e Policarbonato também serão implementados metodologias adequadas para a reciclagem química, pois são materiais que necessitam de mais pesquisas em razão de gerarem produtos que exigem mais cuidados por serem de alto risco a saúde, neste sentido será feita pesquisas que minimizem estes efeitos nocivos ao ser humano, como e descrito por outros pesquisadores que já vem pesquisado sobre novas formas de reciclagem química do PVC e Policarbonato. No presente projeto a metodologia empregada será via dehidrocloração por radiação de microonda, que e uma nova metodologia aplicada com sucesso por Saburo Moriwaki, *et al.*, 2006.

Destacamos que a parte de testes no túnel de vento está sendo realizada para todas as resinas obtidas e a metodologia implementadas de acordo com as normas padrões de testes como umidade, velocidade do vento, temperatura e controle na emissão de particulados. Os produtos estão sendo testados sob simulação da radiação solar, e, alternadamente, com e sem simulação de precipitação pluviométrica, para avaliação da influência da umidade adicional da chuva na emissão do minério nos testes. O foco deste ensaio inclui também testes sem aplicação de supressor (resina), chamados brancos, para avaliação quantitativa das condições climáticas (umidade relativa do ar e temperatura ambiente) nos testes de emissão do túnel do vento.

12. Resultados Esperados

Espera-se ao desse projeto, ter adequado a técnica para a produção industrial destes materiais poliméricos, a fim de que tenham um destino como produto comercialmente viável e com a função de resina supressora de pó de minério, carvão e outros produtos armazenados a granel, exceto alimentos. Almeja-se também ter produtos de origem plástica existentes na VALE de forma sustentável e utilizando tecnologia limpa.

Adicionalmente relacionam-se integral transferência de tecnologia para a VALE, publicações científicas e tecnologias, patentes e formação de recursos humanos em nível de graduação e pós-graduação bem como o desenvolvimento da parte social da comunidade local.

13. Retorno do projeto (ambiental, social, econômico...)

Ambiental

i. Atendimento de um maior número de projetos ligados à área ambiental.
ii. Ampliação de metodologias avançadas no controle da emissão de poluentes ao meio ambiente.
iii. Produção/caracterização de materiais que podem reduzir consumo de energia, consequentemente reduzindo o ataque ao meio ambiente.
iv. Intensificar a contribuição das ciências a programas multidisciplinares de pesquisa.
v. Desenvolvimento de tecnologia e novos sistemas de fácil uso, que permitem a integração de processos físicos e químicos.
vi. Redução do grau de nocividade do produto, por meio da reciclagem química.

Social

i. Formação de recursos humanos qualificados, objetivando atender a demanda crescente de profissionais qualificados.
ii. Ampliação da interação com órgãos públicos e privados, estreitando a relação universidade e sociedade.
iii. Melhoria da infraestrutura de pesquisa e nas condições de trabalho dos pós-graduandos e pesquisadores.
iv. Acesso da sociedade a serviços de mais alto valor agregado, refletindo um melhor nível de educação.
v. Desenvolvimento da ciência e da tecnologia é o principal motivo da melhoria da qualidade de vida da sociedade.
vi. Possível envolvimento da comunidade com a coleta e destinação dos resíduos de plástico.
vii. Melhoria na relação com a comunidade, por meio do controle de emissões

Econômico

i. Redução de custo devido a economia na aplicação do produto, uma vez que o primeiro teste demonstrou que não ocorreram emissões e não foi feita reaplicação em Resplendor. Por outro lado, os atuais supressores são aplicados na concentração de 2 a 3 % e têm necessidade de reaplicação durante o percurso (Resplendor)
ii. Alta durabilidade na ferrovia, sem a necessidade de reaplicação em trechos de velocidade constante de 60 km/h em até 14 horas. Nos casos onde a velocidade não se mantém constante a 60 km/h ou superior, esse tempo de durabilidade é consideravelmente maior.
iii. Na aplicação em pilha verifica-se uma redução do consumo do produto colorido e consequentemente do custo, uma vez que só se aplica o produto em locais onde ocorreram falhas na aplicação do produto.

Além disso o produto foi concebido para ser sustentável economicamente, tecnicamente e ambientalmente.

Tecnológico

i. Incremento na geração de produtos e processos patenteáveis
ii. Aumento no intercâmbio técnico-científico entre a UFES e o setor produtivo.
iii. Formação da mão de obra capacitada nas tecnologias desenvolvidas.
iv. Aumento da capacidade de interação com o setor produtivo, através de atividades de apoio a solução de problemas tecnológicos para a implantação da escala industrial de produção.

Científico

i. Melhoria da infraestrutura física para atender a grande demanda de alunos de iniciação científica, graduação e pós-graduação.
ii. Desenvolvimento tecnológico (certificação, análises) para incremento da competitividade do Espírito Santo
iii. Incremento da produção científica
iv. Implantação de novas linhas de Pesquisas e melhoria/consolidação das existentes.
v. Melhoria na qualidade da produção científica, medida pelo índice Qualis (CAPES) e fator de impacto (ISI).
vi. Melhoria na classificação dos programas de pós-graduação junto a CAPES.
vii. Melhoria dos conceitos (CAPES) dos Programas de Pós-Graduação.
viii. Aumento da participação de alunos de iniciação científica, mestrado e futuramente os de doutorado nos projetos de pesquisas.
ix. Aumento do número de docentes com bolsa de produtividade em pesquisa (CNPq).
x. Fortalecimento e desenvolvimento de pesquisas com caráter multidisciplinar.
xi. Incorporação de mais docentes doutores aos programas de pós-graduação.
xii. Incremento no número de projetos científicos e tecnológicos.
xiii. Atração de novos doutores para a região.
xiv. Aumento do número de patentes.
xv. Maior interação científica com empresas.

14. Cronograma de Atividades e Marcos

#	Atividade	Início	Término
1	• Moagem e preparação de todos os polímeros • Produzir em escala piloto as resinas de PET, PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET • Continuar os ensaios no túnel de vento utilizando ventos de 60 km/h, e outros testes conforme metodologia padrão e avaliação visual de resistência a água (simulação de chuva), vibração (criação de fissuras e/ou rachaduras) bem como as aferições, em cada teste, da quantidade de minério seco perdido e do teor de umidade final (retenção de água) do minério analisado.	Mês 1	Mês 7
2	• Operar a planta Piloto para produção de 500 litros por dia da resina PET • Acompanhar os testes no pátio da Vale da resina PET e posteriormente com as outras resinas • Avaliar a eficiência destas resinas PET, PP, PE e PU • Fazer ensaios no túnel de vento utilizando ventos de 60 km/h, e outros testes conforme metodologia padrão.	Mês 8	Mês 9
3	• Produzir uma tonelada diária da resina PET com cor branco • Implementar o supressor de pó da resina em vagões de minério e nas pilhas de carvão • Coletar e tratar os dados obtidos.	Mês 10	Mês 12

4	• Produzir em escala piloto as resinas de PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET. • Submeter o pedido de patente da resina PU. • Implementar a produção definitiva dos produtos obtidos (PET). • Testar o supressor de pó da resina em vagões de minério (PET). • Estudar a aceitação no mercado. • Moagem e preparação de todos os polímeros (produção piloto) • Adequar a planta piloto para 5000 litros/dia de resina (um reator novo de 2000 litros e um misturador novo de 2000 litros) e um reator de 500 litros existente (produção piloto) • Acompanhar a aplicação das resinas supressores em pilhas de minério, carvão e outros tipos de granel não alimentar (produção piloto) • Continuar os ensaios no túnel de vento utilizando ventos de 60 km/h, e outros testes conforme metodologia padrão e avaliação visual de resistência a água (simulação de chuva), vibração (criação de fissuras e/ou rachaduras) bem como as aferições, em cada teste, da quantidade de minério seco perdido e do teor de umidade final (retenção de água) do minério analisado. • Fazer a análise e viabilizar a destinação sustentável dos resíduos plásticos	Mês 13	Mês 18
5	• Produzir em escala piloto as resinas de PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET.Testando os catalisadores produzidos pelos os nossos alunos de doutorado. • Operar a planta Piloto para produção de 4000 litros por dia da resina PET e 1000 litros para produção de outro tipo de resina (produção piloto) • Acompanhar os testes no pátio da Vale da resina PET e posteriormente com as outras resinas (produção piloto). Avaliando a concentração da resina PET por tecnologia de imagens digitais por aplicativo móvel desenvolvida pelos nossos alunos de doutorado. • Fazer ensaios no túnel de vento utilizando ventos de 60 km/h, e outros testes conforme metodologia padrão e também com novas metodologias de medida de umidade em tempo real (produção piloto) • Fazer a análise e viabilizar a destinação sustentável dos resíduos plásticos	Mês 19	Mês 29
6	• Implementar a produção definitiva dos produtos obtidos (PP, PE e PU) • Adequar a planta Piloto para produção de 4000 litros por dia da resina PP/PE/PS e 1000 litros para produção de outro tipo de resina (produção piloto) • Testar o supressor de pó da resina em vagões de minério (PP, PE e PU) • Implementar o supressor de pó da resina em vagões de minério • Implementar o estudo do supressor de pó da resina em piso • Coletar e tratar os dados obtidos. • Fazer a análise e viabilizar a destinação sustentável dos resíduos plásticos	Mês 30	Mês 40
7	• Produzir em escala industrial as resinas de PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET – a depender dos resultados do item 3 • Fazer a análise e viabilizar a destinação sustentável dos resíduos plásticos. • Desenvolvimento de uma metodologia eletroanalítica para determinação de compostos fenólicos nas amostras de resinas poliméricas, insumos e efluentes de produção.	Mês 41	Mês 47
8	• Produzir novamente em escala piloto as resinas de PP, PE e PU, com cor, na mesma escala de produção da resina PET – a depender dos resultados do item 3 • Reavaliar o custo e aceitação no mercado	Mês 48	Mês 51
9	• Prepara e implementar as resinas a nível de custo benefícios	Mês 52	Mês 54
10	• Preparação das implementações das Preparar e implementar as resinas industriais	Mês 55	Mês 57
11	• Finalizações das atividades pendentes	Mês 58	Mês 60

15. Produtos

#	Produto	Descrição	Data de Entrega

1	Relatórios técnicos	Será feito por etapa do projeto num total de dois relatórios contendo descrição completo de cada metodologia desenvolvida no período de pesquisa.	Mês 6 e Mês 12
2	Teses e dissertações	Conclusão dos trabalhos de mestrado e doutorado.	Mês 12, Mês 36 e Mês 60.
3	Patentes	Patentes em andamento e registro no Brasil e demais países definidos pela Vale	Mês 12, Mês 60.
4	Artigos em revistas indexadas	Será submetido para publicações os resultados de experimentos que não tenham caráter de patente.	Mês 20, Mês 48, Mês 60
5	Apresentação do trabalho	Será apresentado trabalhos de pesquisa desenvolvidos de forma oral ou em painel. Algum evento tipo workshop VALE	Mês 20 e Mês 21, Mês 36, Mês 48, Mês 58,
6	Prestação de contas	Prestação de contas financeiras do projeto parciais e final	Mês 9, 21, 33, 48 e 60 (final).

16. Plano de Trabalho para os Candidatos a Bolsa de Pesquisa

O plano de trabalho do bolsista, para cada bolsista a seguir é constituído por oito etapas já prevista na metodologia do projeto, assim destacadas:

A) Eloi Alves da Silva Filho (Pesquisador Líder e bolsista)
Atividades

O plano de trabalho do bolsista, é constituído por oito etapas já prevista na metodologia do projeto, assim destacadas:

I - Revisão bibliográfica;
II – Coordenação e orientação de desenvolvimento do projeto;
III – Treinamento para implementar as metodologias de despolimerização em escala piloto, incluindo as do Túnel de Vento;
IV – Preparação e operacionalização das etapas experimentais no novo reator de 500 e 2000 litros, bem como o controle na moagem, lavagem e despolimerização dos materiais plásticos, incluindo a operacionalização do Túnel de Vento;
V- Análise dos resultados obtidos em cada etapa prevista no cronograma de atividades;
VI- Determinar em cada etapa do projeto se os dados estão de acordo com o previsto;
VII- Analisar e interpretar os dados referentes a resina supressora de pó;
VIII- Analisar, interpretar e redigir o relatório final incluindo artigos, patentes e apresentações em congressos;
IX- Operacionalização do reator para outras resinas e viabilidade do custo
X- Custo e planilhas de resultados do projeto
XI- Relatório final

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 47	Mês 48 a 50	Mês 51 a 53	Mês 54 a 56	Mês 57 a 60
I	x	x									x	x	x							
II	x	x	x	x																
III		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
IV		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
V			x	x	x															
VI				x	x	x	x	x	x	x										
VII						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VIII							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
IX										x	x	x	x	x	x	x	x			
X										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
XI																			x	x

B) Carlos Vital Paixão de Melo (Pesquisador e bolsista)
Atividades

I - Revisão bibliográfica;
II – Vice-Coordenação de desenvolvimento do projeto;
III – Treinamento para implementar as metodologias no novo reator de 500 litros;
IV – Preparação e caracterizar novos catalisadores e operacionalização no novo reator;
V- Acompanhamento na produção e aplicação da resina PET e demais tipos de plásticos;
VI- Realizar testes com a resina de PET e demais plásticos diretamente no pó de minério e no carvão;
VII- Avaliar os dados referentes a resina supressora de pó;
VIII- Analisar, interpretar e redigir o relatório final incluindo artigos, patentes e apresentações em congressos;
IX- Operacionalização do reator para outras resinas e viabilidade do custo
X- Custo e planilhas de resultados do projeto
XI- Relatório final

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 47	Mês 48 a 50	Mês 51 a 53	Mês 54 a 56	Mês 57 a 60
I	X	X											X							
II	X	X	X	X																
III		X	X	X																
IV		X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
V			X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VI				X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VII						X	X	X	X				x	x	x	x	x			
VIII							X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	
IX									x	X	X	X	x	x	x	x	x			
X										X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	
XI																			x	x

C) Simone Queiroga Brito (Pesquisadora e Técnico Ambiental)

Atividades

I - Revisão bibliográfica;
II – Realizar o acompanhamento da parte ambiental em torno da planta piloto Reatores de 500 litros e de 2000 litros, e recicladora UNIKA;
III – Preparação planilhas de controle ambiental dos resíduos dispensados no reator;
IV- Análise de dados ambientais como resíduos, descartes entre outros materiais;
V- Realizar o controle de materiais disponíveis para a moagem dos plásticos;
VI- Analisar e interpretar os dados obtidos da atividade V;
VII- Redigir artigos e apresentações em congressos;
IX- Analisar os produtos a nível de segurança ambiental;
X- Preparação e apresentação do relatório final
XI- Relatório final

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24
I	x	x						
II	x	x	x	x				
III		x	x	x				
IV		x	x	x	x			
V			x	x	x			
VI				x	x	x	x	
VII				x	x	x	x	
VIII					x	x	x	
IX				x	x	x	x	
X							x	
XI								x

D) Mateus Uliana (ICI) –

Atividades

I - Revisão bibliográfica;

II – Realizar a parte eletrônica usando a técnica de automação nos experimentos de biodegradação da resina e da umidade do minério testado em túnel de vento;

III – Preparação do experimento eletrônico de biodegradação e túnel de vento;

IV- Testes e validade do experimento de biodegradação;

V- Analisar o teor de gás CO2 produzido na biodegradação da resina;

VI- Analisar e interpretar os dados obtidos da atividade V;

VII- Redigir artigos e apresentações em congressos;

IX- Analisar os resultados de biodegradação;

X- Preparação e apresentação do relatório final

XI- Relatório final

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24
I	x	x	x	x	X	X		
II					X	X	X	
III		x	x		X	X	X	
IV			x	x	X	X	X	
V		x	x	x	X	X	X	
VI					X	X	X	
VII			x	x	X	X	X	
VIII				x	X	X	X	
IX						x	x	
X							x	X
XI								X

CONTRAPARTIDA

CNPq – DAI – EMPRESA PARCEIRA VALE PARA PAGAMENTO SOMENTE DAS TAXAS DE BANCADA

Cada estudante receberá um valor individual de R$ 394,00 por 48 meses, num total individual de R$ 18.912,00 a ser paga pela empresa parceira VALE.

QUATRO ESTUDANTES DE DOUTORADO VIA DAI – CNPq EM PARCERIA COM A VALE

São estudantes do nosso programa de doutorado que estão no projeto com atividades complementares de seu doutorado, em razão de ser uma contrapartida do CNPq que financia as bolsas para os respectivos doutorandos dentro do cronograma de atividades ao longo do desenvolvimento do projeto Fase III.

Segue a seguir os nomes e as atividades de cada doutorando no projeto juntamente com o cronograma, lembrando que cada estudante em seu doutorado tem um limite de 48 meses para executar suas atividades, prazo que se

estenderá para as fases seguintes do projeto VALE-UFES em andamento. Vale a pena ressaltar que o aluno Fernando Silva Betim já está cursando a sua tese de doutorado, desta forma o prazo final dele é fevereiro de 2022.

I) **Gabriel Fernandes Souza dos Santos (Doutorando)**

Atividades:

I – Levantamento bibliográfico sobre os principais contaminantes metálicos e compostos fenólicos presentes nas resinas poliméricas, insumos e efluentes de produção;

II – Otimização e caracterização dos parâmetros responsáveis pelo desempenho analítico da metodologia proposta;

III – Avaliação do desempenho dos eletrodos impressos por meio de estudos de reprodutibilidade e repetibilidade;

IV – Avaliação da interferência de componentes da matriz no desempenho da metodologia proposta;

V – Desenvolvimento de uma metodologia eletroanalítica para determinação de metais nas amostras de resinas poliméricas, insumos e efluentes de produção;

VI – Desenvolvimento de uma metodologia eletroanalítica para determinação de compostos fenólicos nas amostras de resinas poliméricas, insumos e efluentes de produção;

VII – Verificação da metodologia eletroanalítica proposta frente a outros métodos convencionais;

VIII – Redigir artigos e apresentações para congressos;

IX – Preparação e apresentação do relatório final/Tese;

X – Relatório final/Tese;

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 47	Mês 48 a 50	Mês 51 a 53	Mês 54 a 56	Mês 57 a 60
I					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
II					X	X	X	X												
III							X	X	X	X										
IV									X	X										
V							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
VI									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
VII															X	X	X	X		
VIII								X				X				X				X
IX																			X	
X																				X

II) **Bruno Magela de Melo Siqueira (Doutorando)**

Atividades:

I – Revisão Bibliográfica;

II – Desenvolvimento de novas metodologias para análise do pH da resina por meio de imagens (método colorimétrico) pelo aplicativo;

III – Treinamento para implementar as metodologias nas áreas de interesse (pilhas de minério);

IV – Testar as metodologias que foram desenvolvidas para verificação do pH da resina PET;

V – Construção de uma escala em diferentes pH's (0 a 14) com a resina;

VI – Elaboração de metodologias para análise da concentração do supressor de pó por tecnologia de imagens digitais por aplicativo móvel;

VII – Testes das metodologias desenvolvidas para mensurar a concentração da resina;

VIII – Análise dos resultados obtidos das concentrações da resina por meio de tratamentos quimiométricos pela metodologia proposta;

IX – Escrita de artigos científicos e participações em congressos;

X – Aplicação das metodologias nas respectivas áreas da indústria;

XI – Preparação e apresentação do relatório final/Tese

XII – Entrega do relatório final/Tese

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 47	Mês 48 a 50	Mês 51 a 53	Mês 54 a 56	Mês 57 a 60
I					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
II					X	X	X	X												
III						X	X	X												

IV							X	X	X	X										
V										X	X	X								
VI											X	X	X	X	X	X				
VII													X	X	X	X	X			
VIII														X	X	X	X	X	X	
IX													X	X	X	X	X	X	X	X
X																		X	X	X
XI																		X	X	X
XII																				X

III) **Bruna Miurim Dalfior (Doutorando)**

Atividades:

I – Revisão bibliográfica;
II – Coleta das amostras;
III – Estudo de verificação da metodologia de decomposição ou extração ácida assistida por radiação micro-ondas das amostras;
IV – Estudo de verificação da metodologia de análise das amostras pela espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS);
V – Análise das amostras por ICP-MS;
VI – Investigação de novos possíveis marcadores químicos específicos para identificação das diferentes fontes de emissão das partículas;
VII – Tratamento quimiométrico;
VIII – Redigir artigos e apresentações em congressos;
IX – Preparação e apresentação do relatório final/Tese.
X – Relatório final/Tese

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 47	Mês 48 a 50	Mês 51 a 53	Mês 54 a 56	Mês 57 a 60
I					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
II					X	X	X	X												
III							X	X	X	X										
IV								X	X	X	X									
V										X	X	X	X	X						
VI												X	X	X	X	X	X			
VII														X	X	X	X	X		
VIII																	X	X	X	
IX																			X	X
X																				X

IV) **Fernando Silva Betim (Doutorando)**

Atividades:
I – Revisão bibliográfica;
II – Triagem, desmantelamento e lixiviação das pilhas e baterias;
III – Análise química e morfológica dos materiais eletródicos;
IV – Síntese dos óxidos de Co e mistos de Mn-Co, Cu-Co e Zn-Co;
V – Análise química e morfológica dos óxidos sintetizados;
VI – Avaliação da aplicação dos óxidos como catalisadores na reação de despolimerização de PET;

VII – Interpretação dos resultados obtidos;
VIII – Elaboração de artigos científicos e apresentações para eventos científicos;
IX – Elaboração e apresentação do relatório final/Tese;
X – Entrega do relatório final/Tese.

Atividade	Mês 1 a 3	Mês 4 a 6	Mês 7 a 9	Mês 10 a 12	Mês 13 a 15	Mês 16 a 18	Mês 19 a 21	Mês 22 a 24	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36	Mês 37 a 39	Mês 40 a 42	Mês 43 a 44	Mês 45 a 48
I					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
II					X	X	X	X	X							
III						X	X	X	X							
IV							X	X	X	X						
V										X	X	X				
VI											X	X	X	X	X	
VII													X	X	X	
VIII														X	X	
IX													X	X	X	X
X																X

17. Referências Bibliográficas da Pesquisa

OKUWAKI, A. *Polymer Degradation and Stability*, **85**, p.981, 2004.

[2] SOUZA, L. D.; TORRES, M. C. M.; FILHO, A. C. R. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, **18**, p.334, 2008.

[3] MANIASSO, N. *Química Nova*, **24**, p.87, 2001.

[4] MORIWAKI, S.; MACHIDA, M.; TATSUMOTO, H.; OTSUBO, Y.; AIKAWA, M.; OGURA, T., Applied Thermal Engineering **26**, p.745, 2006.

5 CURTI, P. S.; RUVOLO, A. F. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, **16**, p.276, 2006.

[6] DA SILVA, R.V. Compósito de resina poliuretana derivada do óleo de mamona e fibras vegetais. Tese de Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais, 2003, USP de São Carlos.

7 DI SOUZA, L.; TORRES, M. C. M.; FILHO, A. C. R. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, **18**, p.334, 2008.

[8] XIAO, X.; ZMIERCZAK, W.; SHABTAI, J. , *Energy & Fueh*, **8**, p.113, 1994.

[9] VICENTE, G.; AGUADO, J.; SERRANO, D. P.; SA'NCHEZ, N., J. Anal. Appl. Pyrolysis, **85**, p. 366, 2009.

[10] WU, C. H.; CHANG, C. Y.; LI, J. K., Polymer Degradation and Stability **75**, p. 413, 2002.

11 Tsutomu Noguchi, Yasuhito Inagaki, Mayumi Miyashita Haruo WatanabePackag. Technol. Sci. 11, 29 (1998)

18. Informações Adicionais

Infraestrutura necessária já existente

Item	Quantidade	Local
Laboratório de Físico-Química da UFES	1	UFES /CCE
Laboratório - NCQP – UFES	1	UFES/CCE

Auxilio recebido ou solicitado a outras entidades para o projeto (indicar moeda)

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

Candidatos a bolsas de pesquisa que possuem vínculo empregatício

Pesquisador	Entidade	Departamento	Função atual
Eloi Alves da Silva Filho	UFES	Química	Professor Titular
Carlos Vital Paixão de Melo	UFES	Química	Professor Associado

19. Anexos

#	Anexo	Descrição
	planilha	orçamento

20. Assinaturas

Preparado por:

Eloi Alves da Silva Filho

Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho
Departamento de Quimica/CCE/UFES
SIAPE: 2978970

Aprovado por:

Renata Frank
VALE S.A.
Renata Frank Vasconcelos
Mat.: 01542639
Meio Ambiente

Fundação Espírito Santense de Tecnologia
Armando Biondo Filho
Superintendente
CPF: 376717407-30