



VAL



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

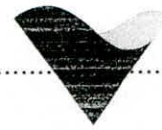
Prof. Dr. Eloi Alves da Silva Filho
Prof. Dr. Carlos Vital Paixão de Melo

FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

[Vitória, 20 de abril de 2018]
[Versão Final]



Handwritten signatures and initials on the right side of the page, including a large signature at the top and several smaller initials below it.



VALE



1.4	Dados da Vale (quando aplicável).....	4
2.	Equipe do Projeto.....	4
3.	Palavras Chave do Projeto (3 palavras).....	4
4.	Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página).....	4
5.	Descrição do Estado da Arte.....	5
5.1	Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida.....	5
6.	Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios, etc).....	6
7.	Considerações Regulatórias.....	6
8.	Objetivos.....	6
8.1	Gerais.....	6
8.2	Específicos.....	6
8.2.1	Planta piloto.....	6
8.2.2	Outros polímeros.....	6
9.	Grau de inovação do projeto.....	7
10.	Justificativa de Interesse.....	7
11.	Metodologia de Pesquisa.....	7
12.	Resultados Esperados.....	12
13.	Retorno do projeto (ambiental, social, econômico...).....	12
14.	Cronograma de Atividades e Marcos.....	13
15.	Produtos.....	14
16.	Plano de Trabalho para os Candidatos a Bolsa de Pesquisa.....	14
17.	Referências Bibliográficas da Pesquisa.....	16
18.	Informações Adicionais.....	16
19.	Anexos.....	17
20.	Assinaturas.....	17

[Handwritten signatures and initials]



VALE



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
<input type="checkbox"/> Graduação <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

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 Polimeros		
Duração do Projeto:	36 meses		
Versão	Data	Autor	Alteração

1.4 Dados da Vale (quando aplicável)

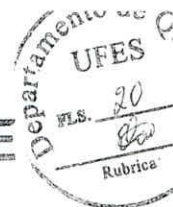
Área da Vale envolvida:	Meio Ambiente Ger Exc SSMA INFRA CORREDOR SUL - Tecnologia e Inovação
Contato:	Renata Frank

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.

2. Equipe do Projeto



VALE



Instituição	Nome	Titulação	Participação no Projeto e função	Link no Currículo Lattes
UFES	Eloi Alves da Silva Filho	Doutor	Pesquisador Líder (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)
Vale	Verônica Peterle Mantuan	Graduação	Apoio	http://lattes.cnpq.br/0990076320628518
UFES	Mateus Uliana	Graduação	IC	http://lattes.cnpq.br/5140140947437919
UFES	Kleyton Pinto de Oliveira	Graduação	IC	http://lattes.cnpq.br/0861358863935865
UFES	A definir	Mestre	Doutorando	
UFES	A definir	Graduado	Bolsista de mestrado	
UFES	A definir	Graduado	Bolsista de mestrado	

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. Desde 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 nova 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/PS e PU com cor e sem cor também seguiram o mesmo tipo de estudo.

5. Descrição do Estado da Arte



VALE



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

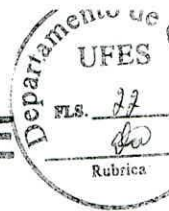
- ✓ A Fase II do Estudo da Reciclagem de Materiais Poliméricos oriundos da Empresa Vale teve início em julho de 2016 e seu término está previsto para dezembro de 2018. Tendo como objetivo tecnológico a validação da tecnologia em ambiente relevante. As Principais atividades/entregas da Fase II são:
 -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

- Portanto, a fase III do projeto tem como finalidade a continuidade do desenvolvimento tecnológico e viabilidade operacional.

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



VALE



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.

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 e PP.
- ii. Adequar a planta piloto para ter mobilidade física e ser utilizada em outras áreas da Vale.
- 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. Desenvolver um protocolo de qualidade de cada lote (1 tonelada) produzido com o auxílio do túnel de vento tendo como finalidade a caracterização da resina produzida.

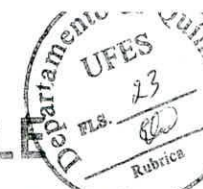
8.2.2 Outros polímeros

- v. Desenvolver a metodologia adequada para cada tipo de material polimérico a ser reciclado (PU, PE e PP/PS)
- vi. Capacitar recursos humanos na área.
- vii. Avaliar técnica e economicamente a possibilidade da utilização de cada tipo de resíduo de plástico, para aplicação nas diversas estruturas. Caso não seja possível fazer a reciclagem química de um deles, pretende-se identificar forma alternativa de reciclagem

9. Grau de inovação do projeto



VALE



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 plástico a ser reciclado quimicamente, assim cada polímero terá sua metodologia específica 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.

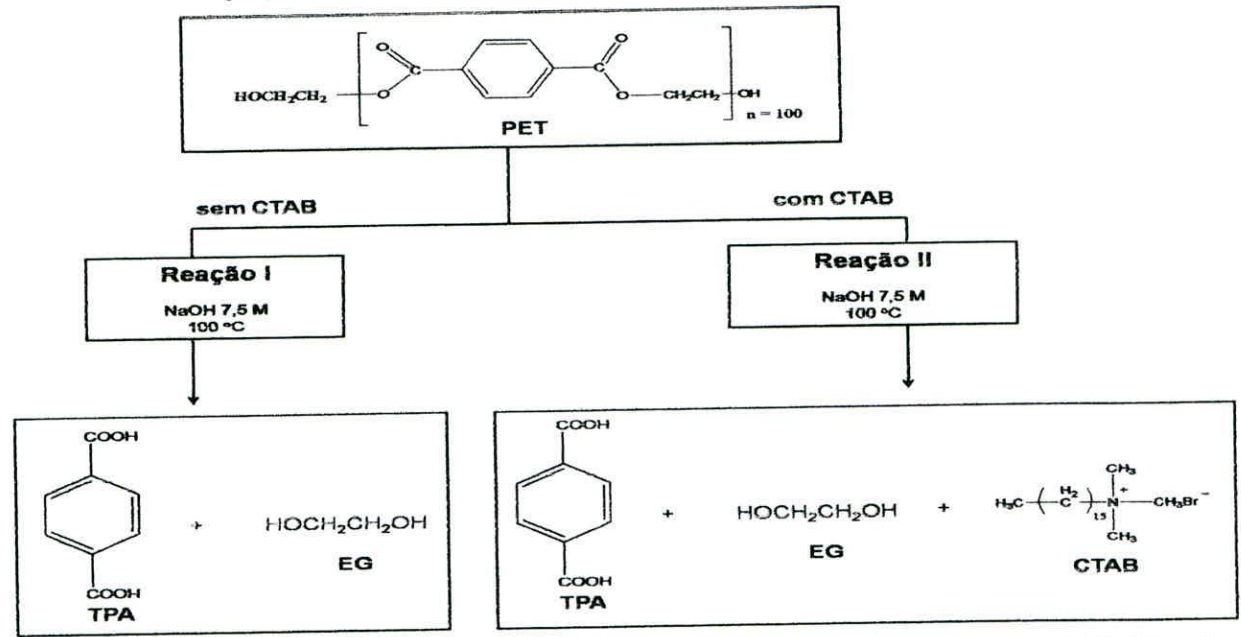


Figura 1: Reações químicas de despolimerização do PET_{pc} : sem CTAB, Reação I e com CTAB (Reação II).

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

[Handwritten signatures and marks]

(Fe₂O₃/H₂SO₄) numa mistura polímero/catalisador (massa/massa). Esta mistura será 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 C₅-C₁₂. 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 °C geram um rendimento máximo de 64,5% de gasolina.

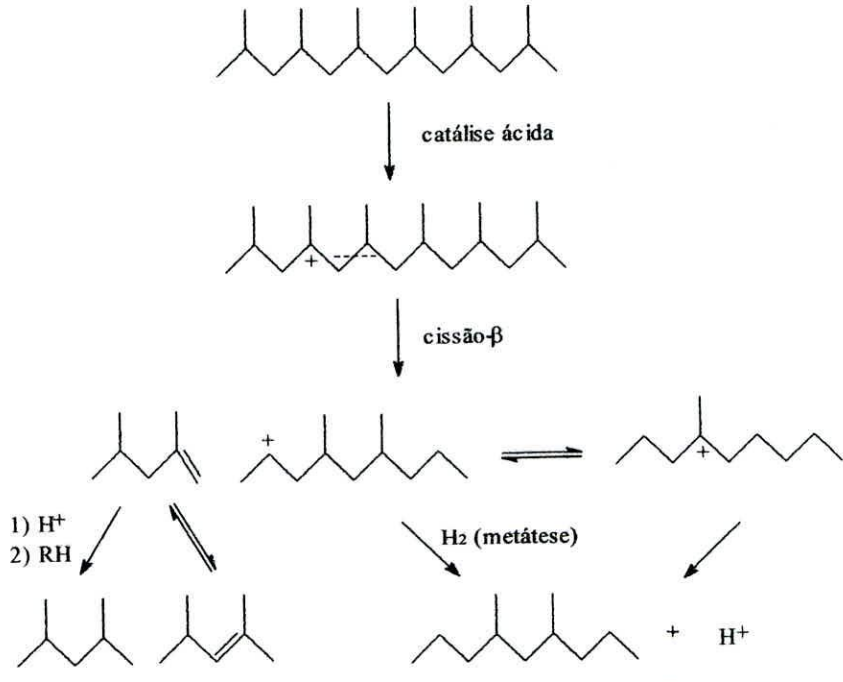


Figura 2: Mecanismo para a despolimerização do polímero PP (XIAO et al., 1994).

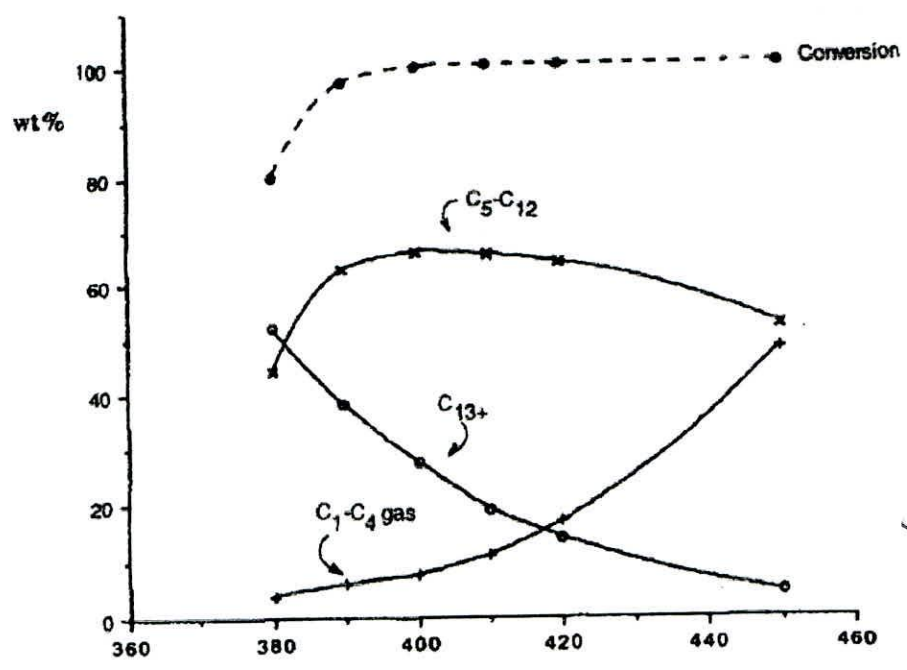


Figura 3: Produtos obtidos na despolimerização do PP com a temperatura (XIAO et al., 1994)

Handwritten signatures and initials are present in the bottom right corner of the page.



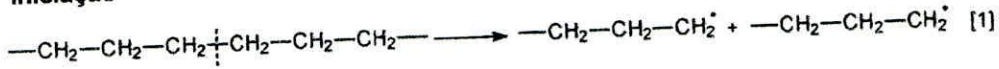
VALE



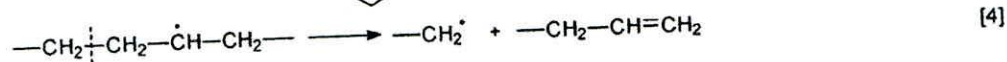
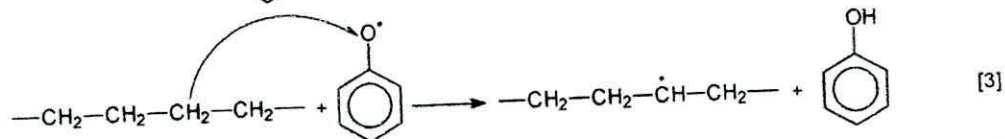
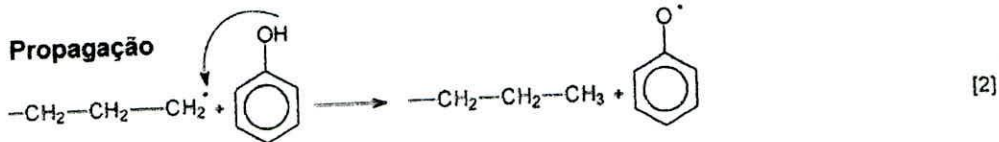
Polímero PE

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 óxido 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_6H_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 $120\text{ }^\circ\text{C}$. 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. Posteriormente, a autoclave será hermeticamente selada, pressurizada a 20 bar e aquecida até se obter uma temperatura reacional de $400\text{ }^\circ\text{C}$, 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 $450\text{ }^\circ\text{C}$, 63% corresponde ao produto gasolina. A Figura 4, mostra a despolimerização térmica do PE na presença de fenol.

Iniciação



Propagação



Terminação

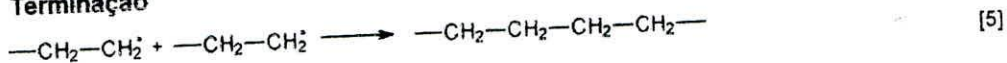


Figura 4: Despolimerização térmica do PE na presença de fenol (VICENTE *et al.*, 2009).

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 (H₂) 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 depolimerização do PB e obtenção de produtos.

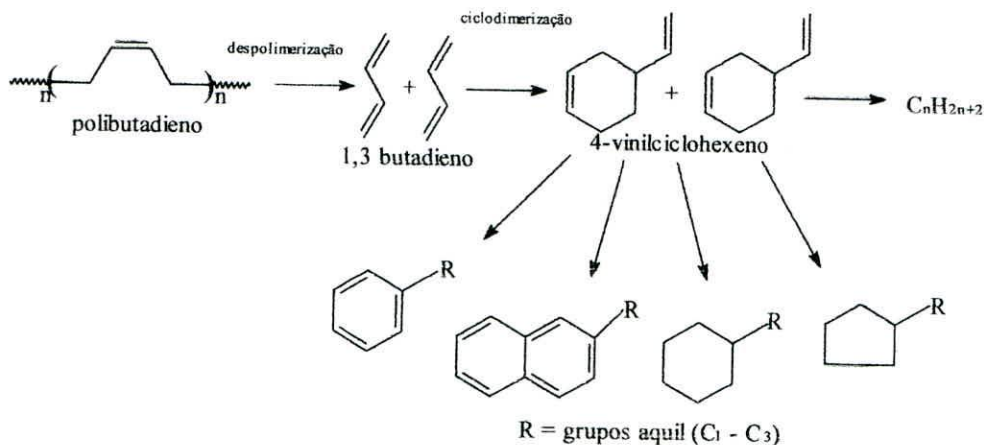


Figura 5: O processo de despolimerização do PB e obtenção de produtos.

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 polioli, 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 polioli 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 (CO₂) 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 Polioli, 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 polioli reciclada.

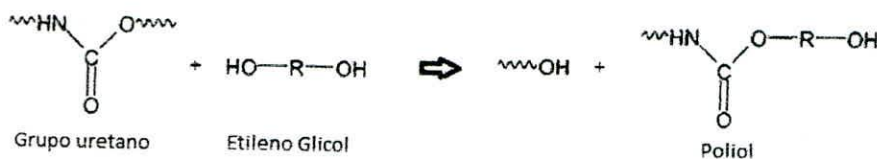


Figura 6: Reação de glicólise da poliuretana

Handwritten signatures and initials, including 'WU' and 'PC', are present in the bottom right corner of the page.

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 é 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 final deste projeto, ter disponível um modelo piloto para a realização da reciclagem destes materiais poliméricos e que tenham um destino como produto comercialmente viável e com a função de resina supressora de pó de minério. 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...)

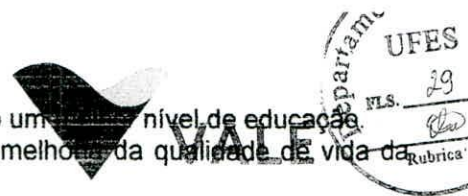
Ambiental

- 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, conseqüentemente 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 infra-estrutura 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 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
- 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, sem a necessidade de reaplicação.

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 em tecnologias.
- iv. Aumento da capacidade de interação com o setor produtivo, através de atividades de apoio a solução de problemas tecnológicos.

Científico

- i. Melhoria da infra-estrutura 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Handwritten signatures and initials are present at the bottom right of the page, including a large signature and several smaller initials.

3	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir em escala piloto as resinas de PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET • Implementar a produção definitiva dos produtos obtidos (PET) • Estudar a aceitação no mercado 	Mês 13	Mês 15
5	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar a produção definitiva dos produtos obtidos (PP, PE e PU) • Testar o supressor de pó da resina em vagões de minério (PET) 	Mês 16	Mês 18
6	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	Mês 19	Mês 21
7	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir novamente em escala piloto as resinas de PP, PE e PU na mesma escala de produção da resina PET (em toneladas, batelada de 500 litros) – a depender dos resultados do item 3 	Mês 22	Mês 24
8	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir novamente em escala piloto as resinas de PP, PE e PU, com cor, na mesma escala de produção da resina PET (em toneladas, batelada de 500 litros) – a depender dos resultados do item 3 • Reavaliar o custo e aceitação no mercado 	Mês 25	Mês 27
9	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar e implementar as resinas a nível de custo benéficos 	Mês 28	Mês 30
10	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação das implementações das Preparar e implementar as resinas industriais 	Mês 31	Mês 33
11	<ul style="list-style-type: none"> • Finalizações das atividades pendentes 	Mês 34	Mês 36

UFES
 30
 Rubrica

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 24 e Mês 36
3	Patentes	Patentes em andamento e registro no Brasil e demais países definidos pela Vale	Mês 12
4	Artigos em revistas indexadas	Será submetido para publicações os resultados de experimentos que não tenham caráter de patente.	Mês 20
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
6	Prestação de contas	Prestação de contas financeiras do projeto parciais e final	Mês 9, 21, 33 e 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 litros, bem como o controle na moagem, lavagem e despolimerização dos materiais plásticos, incluindo a operacionalização do Túnel de Vento;

(Handwritten signatures and initials)

14



VALE



- 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
I	X	X										
II	X	X	X	X								
III		X	X	X								
IV		X	X	X	X							
V			X	X	X							
VI				X	X							
VII						X	X	X	X	X		
VIII						X	X	X	X	X		
IX							X	X	X	X	X	X
X										X	X	X
XI										X	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
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	X	X			
VII						X	X	X	X			
VIII							X	X	X			
IX								X	X	X	X	X
X										X	X	X
XI										X	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 Reator de 500 litros;
- 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;

Handwritten signatures and initials: *AL*, *18*, and other illegible marks.

- 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	Mês 25 a 27	Mês 28 a 30	Mês 31 a 33	Mês 34 a 36
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	X	X	X	X	
VII						X	X	X	X	X	X	
VIII							X	X	X	X	X	
IX												X
X												X
XI												X

17. Referências Bibliográficas da Pesquisa

- ¹ 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 & Fuel*, **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 Watanabe *Packag. 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

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

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



VALE

Departamento UFES
FL. 33
Rubrica

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:

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

Eloi Alves da Silva Filho

Aprovado por:

Renata Frank

VALE
Renata Frank
Mat.: 64203



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

Parceiro

DADOS DO PARCEIRO (não abrevie)

Instituição: VALE
 Responsável: Renata Frank

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
Lider da pesquisa	Necessário para desenvolver e implantar as tecnologias necessários ao projeto	1	36	R\$ 4.500,00	R\$ 162.000,00	R\$ 54.000,00	R\$ 54.000,00	R\$ 54.000,00		
DT	Pesquisador	2	36	R\$ 2.800,00	R\$ 201.600,00	R\$ 67.200,00	R\$ 67.200,00	R\$ 67.200,00		
Doutorado	Estudante de doutorado para desenvolver resina e testar para novas pilhas de minério e modelar no túnel de vento	1	36	R\$ 2.200,00	R\$ 79.200,00	R\$ 26.400,00	R\$ 26.400,00	R\$ 26.400,00		
IC	Estudante de graduação para preparar as resinas	1	24	R\$ 695,70	R\$ 16.696,80	R\$ 5.565,60	R\$ 5.565,60	R\$ 5.565,60		
Mestrado	Estudante de mestrado para desenvolver os novos produtos de PP/OS	2	24	R\$ 1.500,00	R\$ 72.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 36.000,00	R\$ 18.000,00		
				R\$	-					
				R\$	-					
TOTAL					R\$ 531.496,80	R\$ 171.165,60	R\$ 189.165,60	R\$ 171.165,60	R\$ -	R\$ -

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 20 litros sem controle de pressão (necessário para fazer o teste prévio antes de utilizar o reator de 500 litros)	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00				
Serviços de terceiros	Técnicos para trabalhar na planta piloto	3	R\$ 2.640,00	R\$ 95.040,00	R\$ 47.520,00	R\$ 47.520,00			
Serviços de terceiros	Apoio de laboratório	2	R\$ 964,00	R\$ 46.272,00	R\$ 23.136,00	R\$ 23.136,00			
Material permanente nacional	Placas fotovoltaicas com painel	5	R\$ 5.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00				
Obras e edificações civis	Preparação da área em volta do container, tais como piso e cerca, identificação	2	R\$ 4.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 2.000,00			

(Handwritten signatures and initials)





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

Parceiro

Viagens e diárias	A definir	4	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Participação em congressos	A definir	3	R\$ 1.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 1.000,00
Serviços de terceiros	Manutenção do reator	1	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 4.000,00
Material de consumo	Reagentes e aditivos para a resina (uso em toneladas) para ser usado nos experimentos	40	R\$ 1.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
Material de consumo	Óleo Termoelétrico para o reator para os experimentos no reator de 500 L	6	R\$ 1.500,00	R\$ 9.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 4.000,00
Material de consumo	d-limoneno para uso nos experimentos	3	R\$ 3.400,00	R\$ 10.200,00	R\$ 3.400,00	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\$ 172.539,33	R\$ 172.539,33	R\$ 172.539,33	
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\$ 173.429,42	R\$ 173.429,42	R\$ 173.429,42	
Material de consumo	Material de consumo para dois testes de longo prazo com outros polímeros sem cor e com cor * executada a partir do momento que for solicitado por demanda VALE	1	R\$ 345.968,75	R\$ 345.968,75		R\$ 345.968,75
Serviços de terceiros	Técnico da produção	1	R\$ 7.000,00	R\$ 168.000,00	R\$ 84.000,00	R\$ 84.000,00
Material permanente nacional	Máquina completa de reciclagem - marca Maion, importante para dar rapidez na produção em larga escala, inclui moinho, centrífuga e silo.	1	R\$ 306.270,00	R\$ 306.270,00	R\$ 306.270,00	

R\$ -
R\$ -

TOTAL			R\$ 1.470.719,60	R\$ 930.294,75	R\$ 640.424,75	R\$ -	R\$ -	R\$ -
--------------	--	--	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------	--------------	--------------

[Handwritten signatures and initials]



Formulário para detalhamento do orçamento de
custos de projeto de pesquisa e desenvolvimento

TOTAL GERAL (sem taxas)		R\$ 2.002.216,30	R\$ 1.101.460,35	R\$ 729.590,35	R\$ 171.165,60	R\$ -	R\$ -
ORÇAMENTO DETALHADO - Taxas		R\$ 1.166.207,50	R\$ 736.238,75	R\$ 429.968,75	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Tipo de Taxa	Justificativa	Percentual Total	Valor Ano 1	Valor Ano 2	Valor Ano 3	Valor Ano 4	Valor Ano 6
13% UFES	Taxa de administração da UFES exigida por lei (3%UFES+10%DEPE)	13%	R\$ 143.189,85	R\$ 94.846,75	R\$ 22.251,53	R\$ -	R\$ -
			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Valor das taxas por ano		13%	R\$ 143.189,85	R\$ 94.846,75	R\$ 22.251,53	R\$ -	R\$ -
TOTAL GERAL DAS TAXAS		R\$ 260.288,12					
Total a ser desembolsado por ano		R\$ 2.262.504,42	R\$ 1.244.860,20	R\$ 824.437,10	R\$ 193.417,13	R\$ 0,00	R\$ 0,00

f

16

M



eloi.silva - 07953036686 - Professor do Programa @ PPGQUI > Atividades de pesquisa > Controle de projetos > **Projetos**

Sigla	Nº Registro	Título	Função	Vinculado a	Data Início	Prazo (meses)	Rel. Final?	Del
RECPOL	3911/2012	ESTUDO DA RECICLAGEM DE MATERIAIS POLIMERICOS ORIUNDOS DA EMPRESA VALE	Coordenador	PPGQUI	08/08/2012	84	sim	
ERQPC	2973/2011	Estudo da Reciclagem Química de Polímeros Comerciais	Coordenador	PPGQUI	06/08/2010	24	sim	
ERQPET	96/2010	Estudo da reciclagem química do PET	Coordenador	PPGQUI	01/07/2010	24	sim	
RECPET	8107/2017	Reciclagem Química de Polímeros para aplicação como supressores de pó ...	Coordenador	PPGQUI	02/05/2017	48	não	
TunVento	6839/2016	Túnel de Vento para ensaios de supressores de pó de minério e carvão	Coordenador	PPGQUI	19/10/2015	72	não	
DECC	175/2010	Desenvolvimento de eletrocatalisadores para célula a combustível	Colaborador	PPGQUI	01/01/2010	24	sim	
Projeto_1	10434/2009	Estudo eletroquímico de poluentes orgânicos: Tratamento de efluentes l...	Colaborador	PPGPV	01/07/2008	24	sim	


[Cadastrar Novo Projeto de Pesquisa](#)


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

PosGrad 4.0



© 2001-2018, todos direitos reservados.