



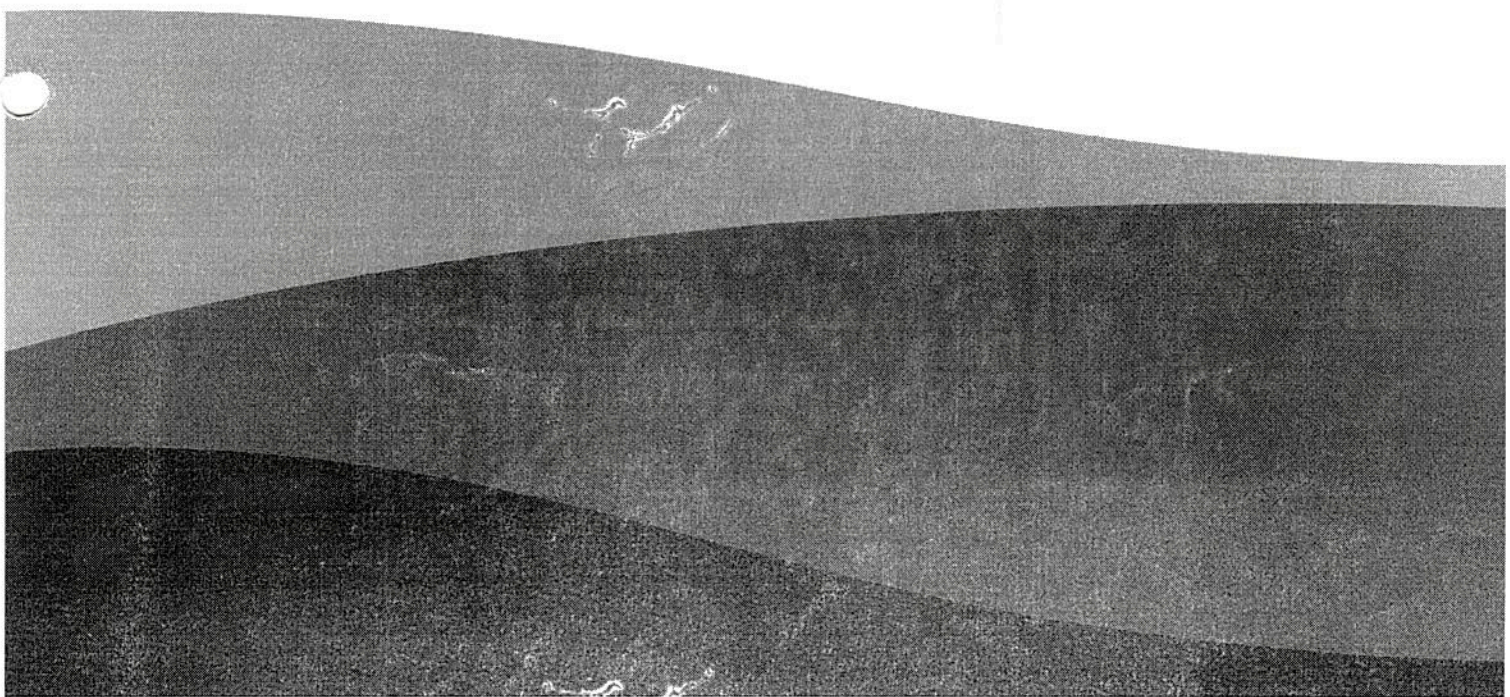
VALE

# Estudo da Reciclagem de Materiais Poliméricos oriundos da Empresa Vale

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

## FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

Departamento do Instituto Tecnológico Vale - DITV  
[Vitória, 21 de março de 2013]  
[Versão Final]





# Sumário

1. Dados do Proponente (não abrevie) .....	4
2. Dados da Instituição (não abrevie) .....	4
3. Dados do Projeto (não abrevie) .....	4
4. Dados da Vale (quando aplicável) .....	4
5. Pesquisador Líder .....	4
6. Equipe do Projeto.....	5
7. Palavras Chave do Projeto (3 palavras) .....	5
8. Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página).....	5
9. Descrição do Estado da Arte.....	6
9.1 Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida .....	6
10. Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios, etc) .....	6
11. Considerações Regulatórias.....	7
12. Objetivos .....	7
12.1 Gerais.....	7
12.2 Específicos .....	7
13. Grau de inovação do projeto.....	7
13.1 Justificativa.....	8
14. Justificativa de Interesse.....	8
15. Metodologia de Pesquisa.....	8
16. Metas .....	13
17. Resultados Esperados.....	13



18.	Retorno do projeto (ambiental, social, econômico...)	14
19.	Cronograma de Atividades e Marcos	15
20.	Produtos	15
21.	Plano de Trabalho para os Candidatos a Bolsa de Pesquisa	16
22.	Referências Bibliográficas da Pesquisa	21
23.	Orçamento Sumarizado	22
24.	Informações Adicionais	24
25.	Anexos	24
26.	Assinaturas	24



## 1. Dados do Proponente (não abrevie)

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

## 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

## 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:	24 meses		
Versão	Data	Autor	Alteração

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

## 4. Dados da Vale (quando aplicável)

Área da Vale envolvida:	DIPE-GADSP
Contato:	Renata Frank

## 5. 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	27-99445630	eloi@npd.ufes.br ou eloi.silva@ufes.br
Titulação		Regime de Trabalho
<input type="checkbox"/> Graduado <input type="checkbox"/> Especialista <input type="checkbox"/> Mestre <input type="checkbox"/> Doutor <input checked="" type="checkbox"/> Pós-Doutorado		<input type="checkbox"/> Contrato Temporário <input checked="" type="checkbox"/> Dedicção Exclusiva <input type="checkbox"/> ___ horas semanais



## 6. Equipe do Projeto

Nome	Titulação	Participação no Projeto e função	Link no Currículo Lattes
Eloi Alves da Silva Filho	Doutor	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/8259708288584235">http://lattes.cnpq.br/8259708288584235</a>
Carlos Vital Paixão de Melo	Doutor	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/9555951916049288">http://lattes.cnpq.br/9555951916049288</a>
Maristela de Araújo Vicente	Doutor	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/1832685910267156">http://lattes.cnpq.br/1832685910267156</a>
Geovane Lopes de Sena	Doutor	Colaborador	<a href="http://lattes.cnpq.br/3414999659175576">http://lattes.cnpq.br/3414999659175576</a>
Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro	Doutor	Colaborador	<a href="http://lattes.cnpq.br/1055263403980509">http://lattes.cnpq.br/1055263403980509</a>
Geiza Esperandio de Oliveira	Doutor	Colaboradora	<a href="http://lattes.cnpq.br/6193809806843955">http://lattes.cnpq.br/6193809806843955</a>
Anderson Fuzer Mesquita	Doutor	Colaborador	<a href="http://lattes.cnpq.br/8723476261200228">http://lattes.cnpq.br/8723476261200228</a>
Gabriela Vanini	Mestranda	Colaboradora	<a href="http://lattes.cnpq.br/3283598158176491">http://lattes.cnpq.br/3283598158176491</a>
Wanderson Romão	Doutor	Colaborador	<a href="http://lattes.cnpq.br/9121022613112821">http://lattes.cnpq.br/9121022613112821</a>
Josimar Ribeiro	Doutor	Colaborador	<a href="http://lattes.cnpq.br/1265145498501171">http://lattes.cnpq.br/1265145498501171</a>
Nathalia Moreira	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/7298486624351568">http://lattes.cnpq.br/7298486624351568</a>
Caroline Martins Borgo	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/1029757097257252">http://lattes.cnpq.br/1029757097257252</a>
Andre Iago Vieira Toneto	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/3582091882340698">http://lattes.cnpq.br/3582091882340698</a>
Krislayne Vaz Siqueira	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/0726963461553236">http://lattes.cnpq.br/0726963461553236</a>
Sabrina de Fatima da Silva Oliveira	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/5865044525841513">http://lattes.cnpq.br/5865044525841513</a>
Vanessa Ferreira Cruz	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/1992098377221325">http://lattes.cnpq.br/1992098377221325</a>
Glauber Brack Castro	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/8195650683153222">http://lattes.cnpq.br/8195650683153222</a>
Clarissa Heideriqui Comerio	IC	Pesquisador	<a href="http://lattes.cnpq.br/0850433689268039">http://lattes.cnpq.br/0850433689268039</a>
Grazieli Canal	IC	Pesquisador	

Philipe  
Water  
x

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

Reciclagem, Resíduos Plásticos, Sustentabilidade.

## 8. 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 segunda parte deste projeto.

## 9. Descrição do Estado da Arte

Este projeto de pesquisa da reciclagem química de materiais poliméricos de modo sustentável busca de modo geral contribuir para o desenvolvimento de novas metodologias da reutilização deste tipo de material, principalmente tendo função de resina supressora de pó de minério. Desta forma, um projeto como este, inclui muitos benefícios a níveis econômicos e técnicos, e destaca-se o de trazer alternativas de destinação rentáveis para os resíduos da empresa VALE.

### 9.1 Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida

A equipe do projeto é formada por professores e pesquisadores com experiência em polímeros e derivados do petróleo, com atividades de pesquisas em pleno desenvolvimento e contamos também com a participação de alunos em programas de iniciação científica (IC) e de mestrado em Química.

O projeto sobre a reciclagem de polímeros começou em 2008, inicialmente com a participação de dois alunos de IC, cujos trabalhos de pesquisa foram apresentados em congressos nacionais e regionais, e em três eventos da Feira do Verde nas edições de 2009, 2010 e 2011. Parte do trabalho foi premiado em 2010, onde fomos classificados em segundo lugar geral entre os melhores trabalhos de pesquisa da jornada de iniciação científica de 2010 da UFES e em 2011 ganhamos o segundo lugar no prêmio Ecologia na área Ambiental como tecnologia limpa realizado pelo governo do Estado do Espírito Santo e neste mesmo ano concorremos a nível nacional ao prêmio realizado pela empresa alemã EVONIK sobre inovação e sustentabilidade onde fomos classificados em 4º lugar.

É um trabalho de pesquisa em constante avanço, com publicações submetidas à revista especializada na área de polímeros e com amplas possibilidades de melhorar a qualidade ambiental da nossa sociedade.

## 10. Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios, etc)

O projeto tem sido previamente em sua parte inicial desenvolvido e premiado no cenário regional, nacional e internacional através de competições em seleção de projetos sobre sustentabilidade e tecnologia limpa. Mesmo assim com resultados positivos as atividades estão sob riscos, mas tudo que for feito será com o total controle de qualidade do ponto de vista acadêmico, industrial e comercial.



**VALE**

## **11. Considerações Regulatórias**

O desenvolvimento do projeto ao longo destes dois anos em parceria com empresa VALE, e participação da Universidade do Espírito Santo, bem como de pesquisadores tem o interesse na produção de conhecimentos e tecnológica. Esse ganho tecnológico deve prioritariamente ser registrado sob a forma de patentes e publicações que garantam todos que os envolvidos no projeto.

## **12. Objetivos**

### **12.1 Gerais**

Pretende-se neste trabalho investigar a recuperação e reciclagem de materiais poliméricos. 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.

### **12.2 Específicos**

- i. Aquisição e instalação de equipamentos destinados aos ensaios necessários conforme descritos e valorados na planilha em anexo.
- ii. Aplicar a metodologia adequada para cada tipo de material polimérico a ser reciclado
- iii. Fazer a caracterização de cada produto obtido no processo de reciclagem.
- iv. Verificar a qualidade do produto e sua futura comercialização.
- v. Registrar e elaborar planilha de custo-benefício para cada produto reciclado.
- vi. Verificar caso não seja possível fazer a reciclagem química de um plástico, outra forma alternativa de reciclagem.
- vii. Elaborar relatório técnico sobre o estudo realizado.
- viii. Capacitar recursos humanos na área.
- ix. Avaliar técnica e economicamente a possibilidade da utilização do resíduo de plástico na elaboração de um supressor de pó para aplicação em vagões e pilhas de minério.

## **13. 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, 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, 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.

### 13.1 Justificativa

A justificativa em desenvolver este projeto se baseia em reciclar e transformar produtos de origem plástica existentes na VALE de forma sustentável e utilizando tecnologia limpa em colaboração com pesquisadores da UFES..

## 14. Justificativa de Interesse

Demanda Pesquisa VALE DIPE – GADSP e GEPDP, orçado na área de P&D DIPE - GEPDP

## 15. 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 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<sub>pc</sub>)

A reciclagem química do PET pós-consumo ou Poli(Tereftalato de Etileno) - PET<sub>pc</sub> 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<sub>pc</sub> (incolores ou verdes) serão submetidas a um processo de limpeza, sendo dividido em cinco etapas: i) as garrafas de PET<sub>pc</sub> 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.

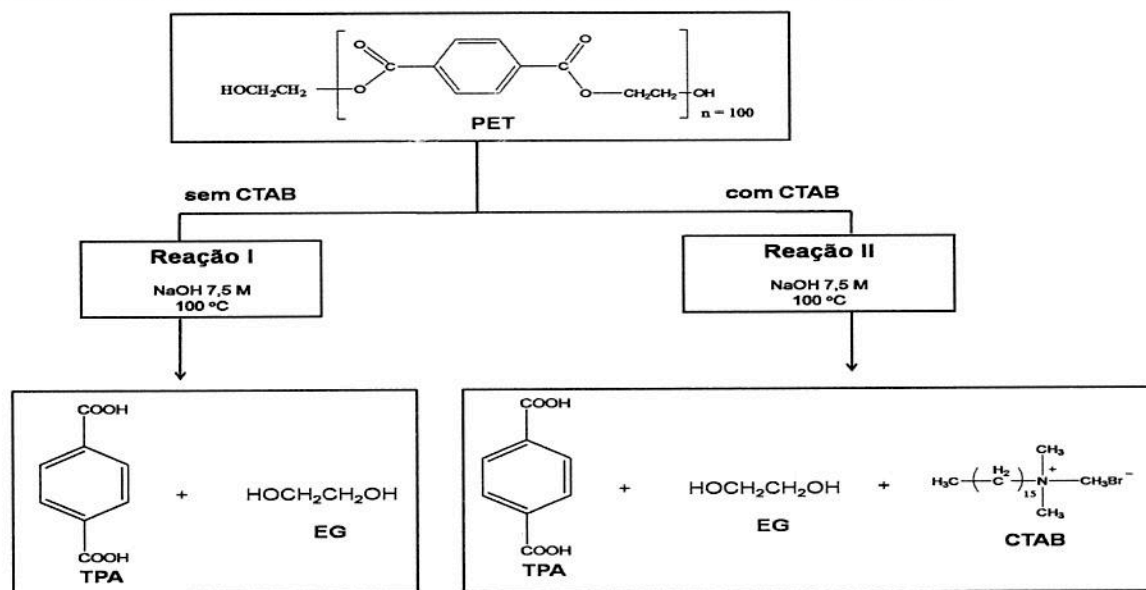


Figura 1: Reações químicas de despolimerização do PET<sub>pc</sub> : sem CTAB, Reação I e com CTAB (Reação II).

### 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 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 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  $\text{C}_5\text{-C}_{12}$ . 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 °C geram um rendimento máximo de 64,5% de gasolina.

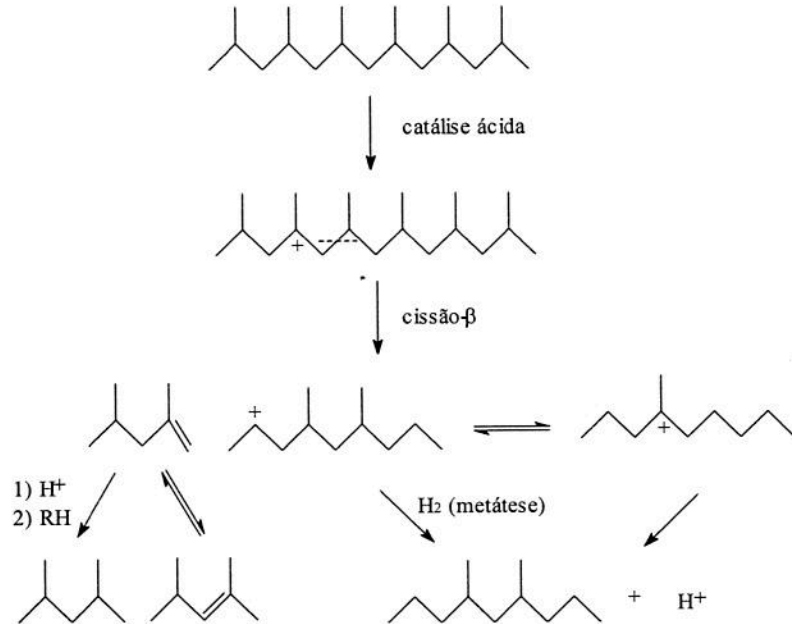


Figura 2: Mecanismo para a despolimerização do polímero PP (XIAO *et al.*, 1994).

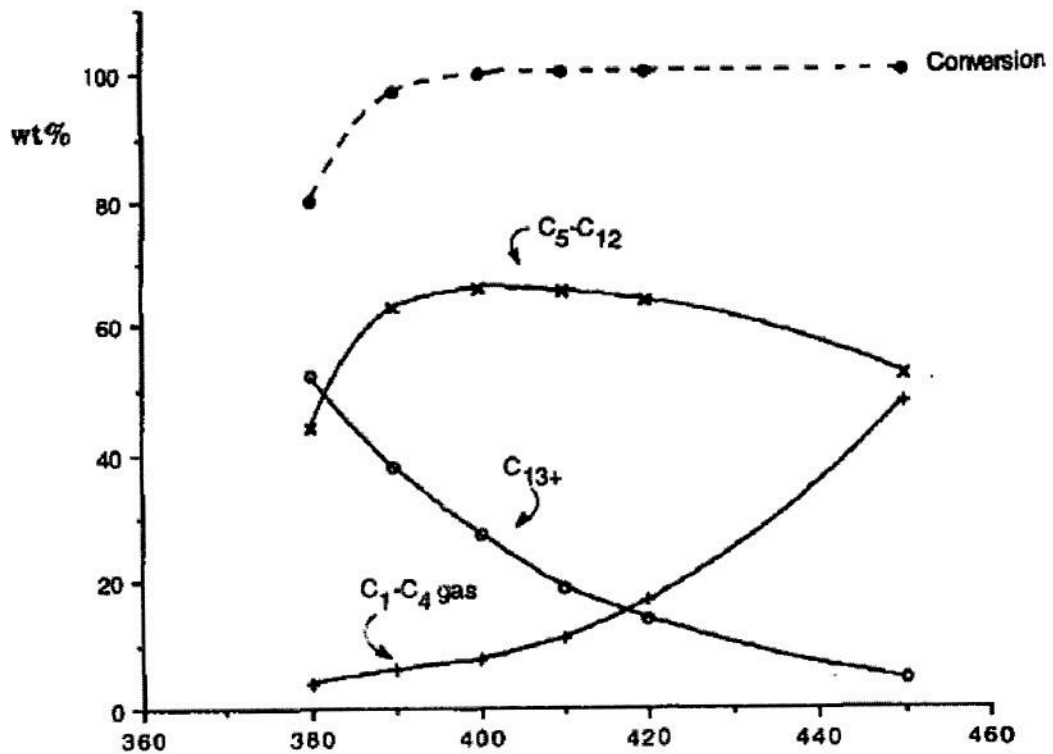
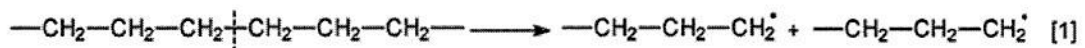


Figura 3: Produtos obtidos na despolimerização do PP com a temperatura (XIAO *et al.*, 1994)

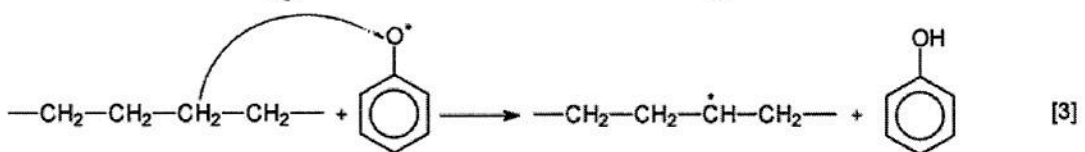
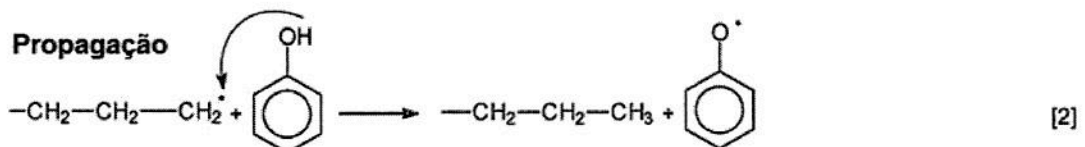
### Polímero PE

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. Subseqüentemente, 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

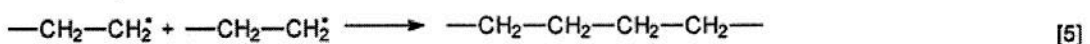


Figura 4: Despolimerização térmica do PE na presença de fenol (VICENTE *et al.*, 2009).

### 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 ( $H_2$ ) 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 depolimerização do PB e obtenção de produtos.

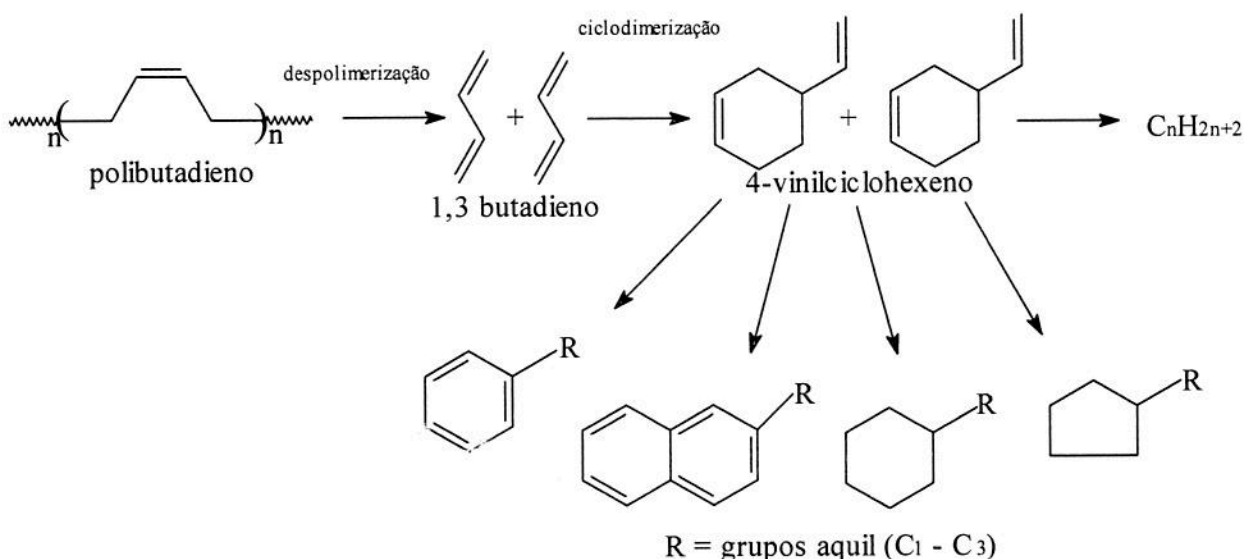


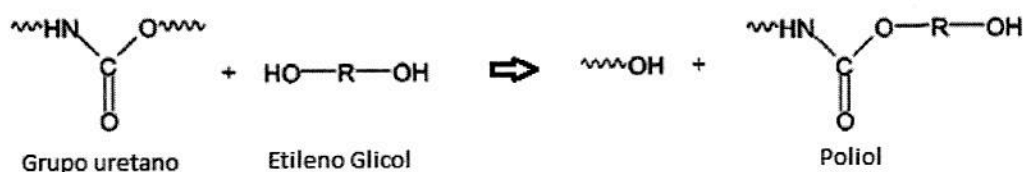
Figura 5: O processo de despolimerização do PB e obtenção de produtos.

### 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 polioliol, 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 polioliol 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<sub>2</sub>) 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

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.

## 16. Metas

Transformar via reciclagem química dos materiais poliméricos, produtos que tenham potencial de aplicação em diversos setores da VALE, como por exemplo, resina supressora de pó de minério ou em produtos com maior valor agregado.

## 17. Resultados Esperados

A proposta de trabalho apresentada tem como principais produtos; o desenvolvimento de metodologias para a obtenção de produtos reciclados com potencial aplicação. Transformação de resíduos e produção sustentável de agregados reciclados de alta qualidade. 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.

## 18. 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.

### 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 melhor nível de educação.
- v. Desenvolvimento da ciência e da tecnologia é o principal motivo da melhoria da qualidade de vida da sociedade.

### Econômico

- i. Desenvolvimento tecnológico (certificação, análises) para incremento da competitividade do Espírito Santo.
- ii. Melhoria na tecnologia de reciclagem de polímeros.
- iii. Redução de custos operacionais com os diversos aspectos ligados às políticas públicas.
- iv. Desenvolvimento de novos produtos e serviços tecnológicos oferecidos ao setor produtivo regional, nacional e internacional.
- v. Materiais com potencial de aplicação nas indústrias de eletroeletrônica; petrolífera, siderúrgica, etc.

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

## 19. Cronograma de Atividades e Marcos

#	Atividade	Início	Término
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adequação de espaço físico</li> <li>Treinamento na metodologia de reciclagem do PET</li> <li>Treinamento nos testes de caracterização dos produtos obtidos</li> <li>Aquisição e instalação do moinho</li> <li>Levantamento bibliográfico</li> </ul>	Mês 1	Mês 3
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de reagentes e materiais, necessários aos ensaios</li> <li>Preparação de amostras para testes no sistema de vidro específico para as amostras de PET pós-consumo</li> </ul>	Mês 4	Mês 6
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testes e caracterização dos produtos obtidos.</li> <li>Preparação da resina de PET</li> <li>Testes como supressor de pó da resina em vagões de minério</li> <li>Implementar o supressor de pó da resina em vagões de minério</li> <li>Avaliação dos produtos obtidos a nível comercial – Estudo de mercado.</li> <li>Coleta e tratamento dos dados obtidos.</li> </ul>	Mês 7	Mês 9
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relatório final do primeiro ano e planejamento para o segundo ano do projeto, visando estudos futuros, comercialização dos produtos obtidos e implantação de planta piloto a nível industrial.</li> </ul>	Mês 10	Mês 12
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aquisição e instalação de equipamentos previstos para o segundo ano do projeto.</li> <li>Aquisição, instalação e operacionalização do reator</li> <li>Treinamento na metodologia de reciclagem do PP e outros plásticos</li> <li>Implementação para produção definitiva dos produtos obtidos</li> <li>Estudo de aceitação no mercado</li> </ul>	Mês 13	Mês 15
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação para produção definitiva dos produtos obtidos</li> <li>Testes como supressor de pó da resina em vagões de minério</li> </ul>	Mês 16	Mês 18
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testes como supressor de pó da resina em vagões de minério</li> <li>Implementar o supressor de pó da resina em vagões de minério</li> </ul>	Mês 19	Mês 21
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar o supressor de pó da resina em vagões de minério</li> <li>Determinar a parte social do projeto</li> <li>Relatório final</li> </ul>	Mês 22	Mês 24

## 20. Produtos

#	Produto	Descrição	Data de Entrega
1	Relatórios técnicos	Será feito por etapa do projeto num total de oito relatórios contendo descrição completo de cada metodologia desenvolvida no período de pesquisa.	
2	Iniciação Científica	Cada aluno de IC receberá um caderno para anotações e tudo será apresentado em relatório por etapa desenvolvida.	
3	Patentes	Será registrada após pesquisa de registro utilizando os dados obtidos durante o desenvolvimento em cada etapa do projeto	
4	Artigos em revistas indexadas	Será submetido para publicações os resultados de experimentos que não tenham caráter de patente.	
5	Artigo em congressos	Será apresentado em congressos parte do trabalho de pesquisa desenvolvido de forma oral ou em painel.	