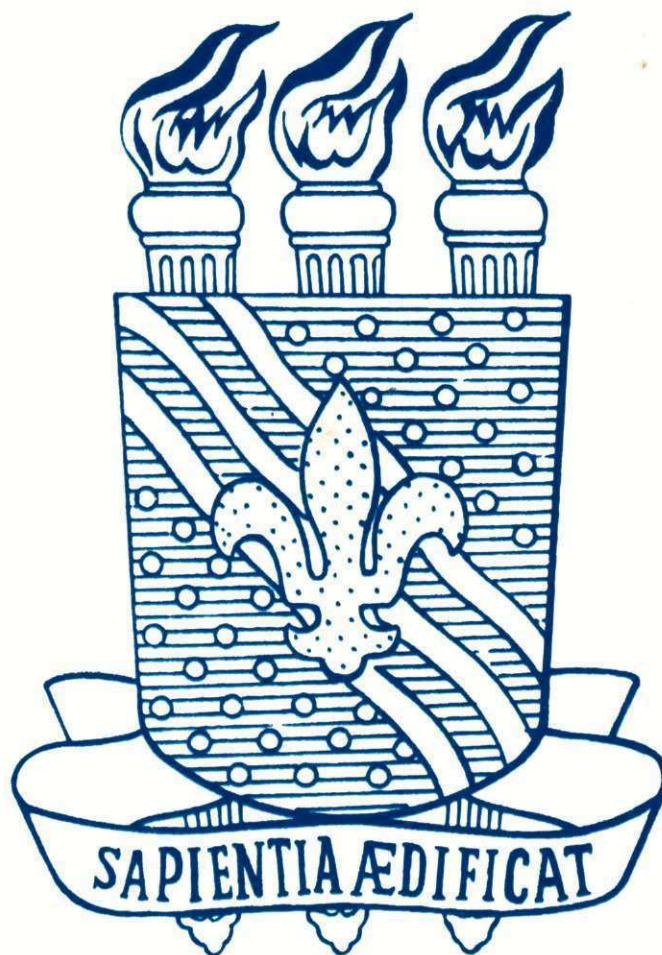


# Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
ENGENHARIA DE MATERIAIS  
ORIENTADOR:  
RÔMULO FEITOSA NAVARRO  
ALUNA: ROSELENE DE LUCENA ALCÂNTARA

AV. APRIGIO VELOSO, 882 - BODOCONGO 58.100 - CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
FONE (083)321.7222 - RAMAL 430 431 - CX : 10057

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUIMICA**

**BLENDAS EVA/PSAI**

**SALVADOR  
NOVEMBRO - 1991**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUIMICA**

**BLENDAS EVA/PSAI**

**POR : ROSELENE DE LUCENA ALCANTARA**

*MAT. 8321409-6*

**EMPRESA: POLITENO INDUSTRIA E COMERCIO S/A**

***DIVISAO - DIPED/SEPAC***

***POLO PETROQUIMICO DE CAMAÇARI - BA***

**PERIODO: 04.03.91 - 30.11.91**

**ORIENTADORES: ROMULO FEITOSA NAVARRO PROFESSOR DA UFPB**

***AGENOR COLLA QUIMICO INDUSTRIAL - POLITENO***

**SALVADOR  
NOVEMBRO - 1991**



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ESTAGIO SUPERVISIONADO - JULGADO EM 19 / 12 / 91

NOTA: 8,0 (nfo)

EXAMINADORES:

Amoradek de Cavalho

Vimário Simões Silva

José Monique Araújo

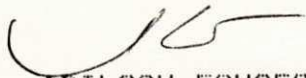
CAMPINA GRANDE - PARAIBA

DEZEMBRO - 1991

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que a Sra. ROSELENE DE LUCENA ALCANTARA, portadora da Carteira de Identidade No.860.910, concluiu o estágio com 1.192 horas na área de Engenharia de Materiais no período de 04.03.91 à 30.11.91.

Camaçari, 30 de Novembro de 1991.



ADILSON FONSECA COSTA  
Chefe Setor de Relações Industriais





## AGRADECIMENTOS

- A **DEUS**
- A **POLITENO**, nas pessoas de **Cleantho Leite Paiva** - Gerente do **DIPED** e **Manoel Alpire Chaves**- Chefe do **SEPAC**, que possibilitaram a realização deste estágio.
- A **Agenor Colla** pela amizade, orientação e espírito de solidariedade.
- Particularmente a Professora **Laura Hecker Carvalho**, da Universidade Federal da Paraíba, pelo incentivo e colaboração.
- Ao meu orientador Professor **Rômulo Feitosa Navarro**, da universidade Federal da Paraíba, pela confiança e contribuição.
- Especialmente **Benedito Anselmo da Costa (Bené)** e **Humberto O. Albuquerque** - funcionários do **SEPAC** e **Luiza M<sup>a</sup> N. de Jesus** - funcionária do **SECAL**, pelo apoio, contribuição e principalmente pela amizade. Obrigada por tudo.
- As amigas **Valdete Santana** - Estagiária do **SERIN** e **Jane Praia** - Ex-estagiária e atual funcionária do **SECAL**.
- Aos funcionários do laboratório pela amizade e estímulos, assim como aos funcionários dos demais setores que contribuíram para o desenvolvimento do estágio.

## RESUMO

Através deste trabalho foi feito um estudo da compatibilidade das blendas EVA/PSAI. Com o intuito de melhorar a compatibilidade destas foram produzidos agentes compatibilizantes sintetizados através de reação de polimerização em suspensão onde desejava-se que ocorresse graftização de PS em EVA, pois dessa forma serviriam com uma ponte "mecânica" unindo as duas fases presentes. A propriedade avaliada foi a resistência ao impacto.



## ABSTRACT

This work deals with the compatibility of EVA/HIPS blends. Compatibility agents were synthesized by suspension grafting polymerization reactions of styrene onto poly (ethylene vinyl acetate-EVA). These agents act as a "Mechanical Bridge" between the two phases of the blend. The effects of these agents on the impact strength of the blends were investigated.

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução .....   | 04 |
| 2. Considerações Teóricas .....                               | 06 |
| 2.1 - Polímeros .....   | 06 |
| 2.2 - Blendas .....   | 07 |
| 2.2.1 - Tipos de Blendas Poliméricas .....                    | 07 |
| 2.2.1.1 - Blenda Mecânica .....                               | 08 |
| 2.2.2 - Propriedades .....                                    | 08 |
| 2.2.2.1 - Miscibilidade .....                                 | 09 |
| 2.2.2.2 - Compatibilidade .....                               | 09 |
| 2.2.2.3 - Métodos para Caracterizar Blendas Poliméricas ..... | 09 |
| 3. Materiais e Métodos .....                                  | 11 |
| 3.1 - Materiais .....   | 11 |
| 3.1.1 - Copolímeros Etileno-Acetato de Vinila .....           | 11 |
| 3.1.2 - Poliestireno .....                                    | 13 |
| 3.2 - Métodos .....   | 14 |
| 3.2.1 - Produção dos agentes compatibilizantes .....          | 14 |
| 3.2.2 - Preparação dos Blendas EVA/PSAI .....                 | 15 |
| 3.2.3 - Preparação dos Corpos de Prova .....                  | 17 |
| a) Utilizando EVA HM150 .....                                 | 17 |
| b) Utilizando EVA 6019-PE .....                               | 17 |
| 3.3 - Ensaios .....   | 18 |
| 3.3.1 - Resistência ao Impacto (IZOD) .....                   | 18 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 4. Resultados e Discussões ..... | 20 |
| 5. Conclusão .....               | 21 |
| Sugestões .....                  | 22 |
| Glossário .....                  | 23 |
| Referências Bibliográficas ..... | 24 |
| Apêndice .....                   | 26 |

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente está sendo dada bastante atenção aos métodos de modificações dos materiais poliméricos, tanto em nível de pesquisa quanto em nível industrial, ou melhor, o estudo dos materiais poliméricos com propriedades especiais está sendo uma preocupação atual e crescente das indústrias, institutos de pesquisa e universidades que atuam no setor de polímeros, pois através deles consegue-se a produção de novos materiais com as propriedades desejadas de acordo com determinada aplicação. Uma maneira de modificação de polímeros é através de blendas poliméricas.

De um modo geral define-se blendas poliméricas como materiais poliméricos originários da mistura mecânica de dois (ou mais) polímeros, sem que haja um elevado grau de reação química entre eles. O processo de desenvolvimento de uma blenda polimérica se resume na obtenção de homogeneidade e compatibilidade durante a incorporação de um polímero no outro, utilizando equipamentos normais de mistura, como, por exemplo, extrusora, calandra ou moinho de rolos e banbury. Sendo que um dos principais problemas é a dificuldade de encontrar sistemas miscíveis, visto que a maior parte das misturas de polímeros não leva a um sistema miscível em nível molecular, gerando, portanto, uma heterogeneidade inevitável. É importante citar que o nível de miscibilidade, o grau de dispersão e a compatibilidade entre os componentes são os principais fatores envolvidos no

desenvolvimento de uma blenda polimérica. A alta qualidade das misturas, que resulta da adequada compatibilidade dos seus componentes muitas vezes só é possível pela presença de segmentos compatibilizantes que são introduzidos na molécula pela síntese de copolímeros em bloco ou graftizados.

O objetivo deste trabalho é produzir um agente compatibilizante para as blendas EVA/PSAI e desta forma melhorar a compatibilidade destas, observada através do aumento de uma propriedade mecânica que é a resistência ao impacto, na produção deste agente foi utilizado o processo de graftização de PS em EVA.

## 2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

### 2.1 - Polímeros

Polímeros são materiais orgânicos, naturais ou sintéticos, constituídos por unidades químicas que se repetem muitas vezes ao longo da cadeia, unidas por ligações químicas covalentes. São obtidos através de reações de polimerização a partir de substâncias que tenham funcionalidade maior ou igual a dois, que são chamadas monômeros. De acordo com o tipo de polimerização classificam-se como de adição (caso ocorra uma simples adição dos monômeros, sem subproduto) ou de condensação (caso ocorram reações com liberação de pequenas moléculas).

Os polímeros podem ser lineares, ramificados ou reticulados dependendo da funcionalidade e do controle na polimerização. Os lineares e ramificados são chamados termoplásticos, que são solúveis e fusíveis, e os reticulados, insolúveis e infusíveis, são chamados termofixos, se o retículo for apertado, ou elastômeros, se o retículo for espaçado e as cadeias forem muito flexíveis na temperatura ambiente.

Os polímeros sólidos existem nos estados amorfo, semicristalino e cristalino, de acordo com seu grau de cristalinidade (que é definido como a fração volumétrica de material cristalino em um corpo); no estado líquido, acima de sua temperatura de fusão cristalina se comportam como um fluido,



tanto mais viscoso quanto maior o seu peso molecular, e como os outros materiais líquidos, apresentam neste estado estrutura completamente desordenada.

## 2.2 - Blendas

" Além do processo de copolimerização, tem-se utilizado mais recentemente de uma outra tecnologia muito importante de modificação de polímeros, ou seja, a fabricação de blendas poliméricas. Este novo processo é baseado na simples mistura mecânica do polímero 1 com o polímero 2, sob condições controladas esta mistura pode resultar num produto desejado a um baixo custo. Este procedimento de modificação passou a gerar uma nova classe de polímeros denominados "Polymer Blendsó". (Hage Jr, E., 1989).

### 2.2.1 - Tipos de Blendas Poliméricas

Podem ser classificadas de acordo com os métodos de obtenção, os principais são por solução, por reticulados poliméricos interpenetrantes e por mistura mecânica.

### **2.2.1.1 - Blenda Mecânica**

Os polímeros podem ser misturados no estado fundido ou no estado amolecido, o mais difícil é encontrar os melhores meios de processamento, isto é, encontrar um balanço entre as condições de processabilidade para os polímeros, como, por exemplo, temperatura adequada, projeto do equipamento, taxa de produção e composição adequada que são importantes para melhorar o grau de mistura.

O processo de mistura pode ser feito através de equipamentos chamados misturadores, que podem ser classificados em duas classes; misturadores intermitentes e misturadores contínuos.

### **2.2.2 - Propriedades**

Tanto o desenvolvimento de novos polímeros como a modificação de polímeros já existentes tem como objetivo comum que o material polimérico modificado (ou desenvolvido) satisfaça uma ou algumas propriedades específicas de acordo com determinada aplicação e para que isso aconteça e garanta que este material desempenhe bem sua função de acordo com o que foi planejado é muito importante saber maiores detalhes sobre miscibilidade e compatibilidade, visto que vão exercer grande influência.

### **2.2.2.1 - Miscibilidade**

"Uma blenda é dita miscível quando os segmentos moleculares dos componentes poliméricos se misturam intimamente não havendo qualquer segregação entre as moléculas (separação de fases), ou melhor, blenda polimérica miscível é uma solução de um polímero num outro, onde o polímero em menor concentração pode ser chamado soluto e o em maior concentração solvente". (Hage Jr, E., 1989).

### **2.2.2.2 - Compatibilidade**

"É mais abrangente que a miscibilidade, representa estados de mistura onde as propriedades finais da blenda estão de acordo com os valores desejados". (Hage Jr. E., 1989)

### **2.2.2.3 - Métodos para Caracterizar Blendas Poliméricas.**

"Os estados de mistura de uma blenda polimérica podem qualitativamente ser classificada como miscível, imiscível, compatível e incompatível." (Hage Jr, E., 1989).

Uma blenda é dita incompatível quando as propriedades desejadas estão bem abaixo dos valores de ambos os polímeros em separado; Um sistema de polímeros pode não ser miscível mas pode ser compatível e dependendo da sua aplicação é até desejável que isto ocorra (é o caso da modificação dos polímeros quebradiços

com borracha com o intuito de aumentar sua resistência ao impacto).

### **Critérios utilizados para caracterizar blendas poliméricas**

Um dos mais utilizados é a transparência ótica da mistura, mistura miscível é transparente enquanto mistura imiscível é translúcida ou opaca. Também através de  $T_g$  pode-se verificar a miscibilidade da blenda, onde a presença de uma  $T_g$  (portanto uma só fase) significa que a blenda é miscível (um dos grandes problemas quando estuda-se miscibilidade é ter certeza que a blenda polimérica está ou não no estado de equilíbrio). O comportamento mecânico da blenda pode ser considerado como o principal critério para se estudar a compatibilidade das mesmas, onde o comportamento de uma propriedade mecânica versus composição pode ser classificado como aditivo (quando a relação é linear), compatível e incompatível.

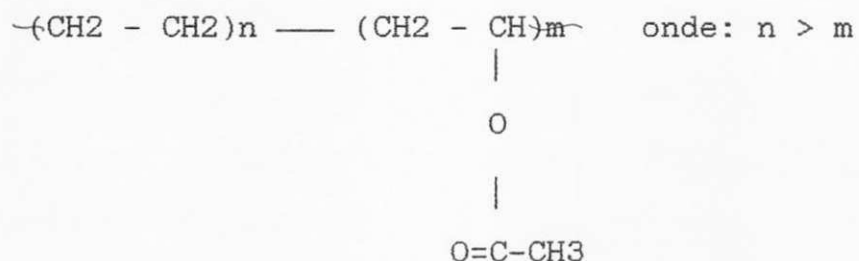
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - Materiais

##### 3.1.1 - Copolímeros Etileno-Acetato de Vinila (EVA)

São sintetizados em "reatores tandem" através de uma polimerização em massa a pressões muito altas, as condições de síntese são análogas as do homopolímero (PEBD) e de acordo com essas condições pode-se obter copolímeros de EVA com as mais variadas concentrações de acetato de vinila (VA)

#### - Estrutura



#### - Propriedades

Suas propriedades dependem basicamente de dois fatores:

- o teor de acetato de vinila (VA)
- o índice de fluidez (MI)

De acordo com o teor de VA determina-se a cristalinidade do produto obtido, a medida que este teor aumenta a



cristalinidade diminui e suas propriedades tornam-se mais próximas a da borracha ou PVC plastificado, quando o teor é baixo apresenta propriedades semelhantes ao PEBD.

O MI pode ser variado conforme as condições de síntese e o produto desejado, está relacionado em proporção inversa, com a viscosidade e o peso molecular do copolímero.

Os EVA(s) utilizado foram o HM-150 e o 6019-PE, que apresentam médio teor de acetato de vinila e são semi-amorfos; O EVA HM-150 apresenta baixíssimo peso molecular e compatibilidade com outros substratos enquanto o EVA 6019-PE é facilmente reticulável e compatível com diferentes termoplásticos. (Algumas propriedades típicas desses EVA(s) encontram-se na tabela 5 em anexo).

Portanto, nota-se que existe uma possibilidade de combinação muito grande que permite a elaboração de um produto específico de acordo com a aplicação requerida.

#### - Aplicações

Apresenta um largo espectro de aplicações, que vão desde áreas de embalagens, vestuários, adesivos, calçados, espumas, medicinal, industrial, comunicação e elétrica, automotiva, agrícola até artigos diversos.



O EVA HM-150 devido as suas características é indicado para a produção de adesivos "hot melt", modificação da resistência a quebra por tensões ambientais de polietilenos e como coadjuvante em blendas poliméricas para melhorar a resistência ao impacto.

O EVA 6019-PE tem como principal aplicação a produção de artigos expandidos, também é indicado para a produção de adesivos "hot melt" e modificação de impacto de poliolefinas.

### 3.1.2 - Poliestireno

É obtido a partir do monômero de estireno, a polimerização pode ser em massa, solução, suspensão ou em emulsão. Se caracteriza por sua clareza brilhante, dureza, facilidade de processamento (é um polímero muito versátil, pode ser processado por diversos processos, como injeção, extrusão, sopro). É disponível nas formas PS standard (cristal), PS resistente ao impacto (PSAI) e PS expandido.

Falaremos sobre o PSAI, visto que foi o tipo que utilizamos.

#### POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO (PSAI)

É obtido através da tenacificação do PS cristal que é realizada pela polimerização do monômero estireno em solução com polibutadieno (05 a 10% em peso), ou melhor, o PSAI é obtido por incorporação na sua composição, durante a fase de polimerização,

de percentagens variadas de elastômeros dissolvidos no próprio estireno.

#### - Aplicação

Esta adição de elastômeros aumenta a resistência ao impacto ganhando aplicação como plástico de engenharia, tem grande aplicação em eletrodomésticos (tampas para TV, peças para refrigeradores, barbeadores, aspiradores), componentes para automóveis, entre outros.

### 3.2 - Métodos

#### 3.2.1 - Produção dos Agentes Compatibilizantes

Os agentes compatibilizantes foram produzidos utilizando reação de polimerização em suspensão, onde ocorreu a polimerização do monômero de estireno em EVA, o agente desejado era do tipo graft.

Consistiu na polimerização do monômero de estireno (produzido pela EDN) em copolímeros etileno-acetato de vinila (EVA) (produzidos pela Politen e codificados como EVA HM-150 e EVA 6019-PE), a polimerização foi em suspensão, o meio dispersante foi água, o agente estabilizante foi poli (álcool

vinílico) e o iniciante foi o azo-bis-isobutironitrila (AIBN).

A reação ocorreu da seguinte maneira: O EVA foi dissolvido no monômero de estireno sob agitação, com a temperatura de banho estando em 100°C foi adicionado o iniciante, quando estava pré-polimerizando foi adicionado água destilada contendo o estabilizante, ficou reagindo durante algumas horas. O conteúdo foi filtrado à vácuo e lavado algumas vezes com água destilada para eliminar impurezas, obtendo-se pó.

A condição utilizada foi a graftização do estireno em EVA, usando três concentrações diferentes do EVA (10%, 15%, 20%), ou seja, para cada EVA foram produzidos três tipos de agentes (tabela 1, em anexo, cita os componentes envolvidos na produção desses agentes com suas quantidades específicas).

### **3.2.2 - Preparação das Blendas EVA/PSAI**

Para cada EVA utilizado foram produzidas blendas com três concentrações diferentes do EVA, isto é, foi processado uma série que tinha 10% de EVA, outra com 15% e a terceira com 20% de EVA, a cada blenda foi adicionado um terceiro componente que foi o agente compatibilizante, sendo que o mesmo foi adicionado em três concentrações distintas (3%, 4%, 5%), portanto, para cada série foram processadas (9) nove blendas e para cada EVA foram processadas (27) vinte e sete blendas. (Tabelas 2-4, em anexo, citam os componentes utilizados no processamento das blendas e

suas quantidades específicas).

De acordo com a quantidade conveniente para cada formulação os componentes das blendas foram pesados e em seguida processados, obedecendo o seguinte esquema:

#### BANBURY

(Misturador interno, marca FARREL, modelo BR com capacidade na câmara de mistura de 1,2 kg).

Quando a temperatura da câmara de mistura estava em 100°C foi adicionado o PSAI, que sofre cisalhamento nesta faixa de temperatura durante o tempo necessário para ser plastificado, com isso a temperatura da câmara atinge 130°C e o tempo de processamento é 200 seg., depois é adicionado o agente compatibilizante e logo em seguida o EVA, com a temperatura da câmara estando em 140°C e a descarga da massa poliméricas acontece em 400-450 seg.

#### MOINHO DE ROLOS

(Misturador, marca LUXOR, modelo MBL-150)

A massa polimérica é levada a um moinho de rolos, com os rolos devidamente aquecidos (a temperatura utilizada foi de 130 - 140°C) e com velocidades diferentes para proporcionar um melhor cisalhamento da massa e a formação de uma manta.

#### PELETIZADOR

(Marca HORAI'S)

A manta em seguida é picotada no peletizador e embalada para depois ser utilizada na confecção dos corpos de prova.

### 3.2.3 - Preparação dos Corpos de Prova

Os procedimentos utilizados na confecção dos corpos de prova foram os seguintes:

a) Utilizando EVA HM-150

Moldagem por injeção (temperatura de injeção foi de 170°C), foram injetados na CPB (Central de Polímeros da Bahia).

b) Utilizando EVA 6019-PE

Moldagem por compressão de uma placa da blenda com posterior corte da placa para que obtivesse os corpos de prova nas dimensões padronizadas pelas normas técnicas.

Foram utilizadas duas prensas hidráulicas (uma dotada de aquecimento elétrico, marca COPE e outra para resfriamento, marca LUXOR), as condições foram:

- pressão de 1ª prensada = 20 kp/cm<sup>2</sup> (t=180s)
- pressão de alívio = 15 kp/cm<sup>2</sup> (t=2s)
- pressão máxima = 70 bar (t=180s)
- temperatura = 160 - 170°C

Resfriamento:

- pressão 50 - 70 kg/cm<sup>2</sup> (t=180-300s)

### 3.3 - Ensaio

"As propriedades mecânicas, isto é, que se relacionam a movimento e suas causas, compreendem a totalidade das propriedades que determinam a resposta dos materiais às influências mecânicas externas, são manifestadas pela capacidade desses materiais desenvolverem deformações reversíveis e irreversíveis, e resistirem a fatura. Essas características fundamentais dos materiais são geralmente avaliadas por meios de ensaios, que indicam diversas dependências tensão-deformação. Entretanto, esses ensaios são insuficientes para descrever completamente os materiais poliméricos também em nível molecular. Assim, as características moleculares dos polímeros, que se refletem nas suas propriedades mecânicas, podem ser quantificadas através de métodos cujo empirismo é contra-balançado pelo rigor das condições, estabelecidas nas normas técnicas da cada país". (Mano. E.B., 1988).

#### 3.3.1 - Resistência ao Impacto (IZOD)

Seguiu-se a norma ASTM-256. A resistência ao impacto representa a tenacidade ou a resistência de um material rígido à deformação a uma velocidade muito alta; a energia necessária para



romper a amostra é determinada pela altura que o martelo percorre após quebrar a amostra, energia de impacto é a energia perdida pelo pêndulo dividida pela espessura da amostra (unidade é kgfcm/cm). Os testes foram realizados na CPB, Central de Polímeros da Bahia. (os resultados encontram-se nas tabelas 6 e 7, em anexo).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSOES

A utilização do agente compatibilizante visou melhorar a compatibilidade entre o EVA e o PSAI, pelos resultados apresentados percebe-se que não ocorreu melhora na resistência ao impacto das blendas quando comparadas com o PSAI puro, talvez isto tenha ocorrido tendo em vista que o agente compatibilizante produzido não foi o pretendido, que era do tipo graft, pois dessa forma serviria como uma ponte "mecânica" unindo as duas fases presentes. Esperava-se que a presença do EVA na mistura poderia aumentar a resistência do material devido as características elastoméricas do EVA, e através dos resultados obtidos percebe-se que o que ocorreu foi uma diminuição da resistência ao impacto, evidenciando a incompatibilidade das blendas. No caso específico não houve condições de saber, em termos quantitativos, a ocorrência e a frequência dessa graftização ou se o que aconteceu foi a polimerização do estireno misturado com EVA. Portanto, podemos afirmar os agentes compatibilizantes utilizados não foram eficiente na ação de melhorar a compatibilidade entre o EVA e o PSAI.

## 5. CONCLUSÃO

Realizou-se neste trabalho um estudo sobre a compatibilidade das blendas EVA/PSAI, visando melhorar a compatibilidade das blendas foram produzidos agentes compatibilizantes com o intuito de aumentar a resistência ao impacto das mesmas, o agente compatibilizante desejado era do tipo graft. Através dos resultados obtidos percebe-se que o objetivo não foi alcançado, e pode ser explicado pelo seguintes fatores:

- O agente compatibilizante produzido talvez não tenha sido do tipo graft.
- A eficiência de graft tenha sido baixa.
- Pode ter ocorrido a homopolimerização do estireno em uma mistura com EVA.

## SUGESTOES

Para verificar a consistência e coerência dos dados obtidos seria necessário ter acesso a algumas análises que permitissem total clareza quanto a veracidade dos resultados encontrados e que, indicassem qual seria a maneira para tentar atingir o objetivo desejado, essas análises seriam:

- 1) Infravermelho - para saber se ocorreu graft e qual a frequência.
- 2) Por diferença de peso dos agentes compatibilizantes produzidos - para mostrar se ocorreu graft.
- 3) Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) - Técnica aplicada intensamente no estudo da miscibilidade de blendas.

## GLOSSARIO

|      |   |                                       |
|------|---|---------------------------------------|
| EVA  | - | Copolímero Etileno-Acetato de Vinila  |
| PSAI | - | Poliestireno de Alto Impacto          |
| PS   | - | Poliestireno                          |
| Tg   | - | Temperatura de Transição Vítrea       |
| PEBD | - | Polietileno de Baixa Densidade        |
| VA   | - | Acetato de Vinila                     |
| MI   | - | Índice de Fluidéz                     |
| DSC  | - | Calorimetria Diferencial de Varredura |
| t    | - | Tempo                                 |



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Billmeyer Jr, F., Ciencia de Los Polímeros, Editorial Reverté, S.A, Barcelona, 1978.
- Brown, R. P., Handbook of Plastics Test Methods, Second edition, Published by George Gadwin Limited in Association with the Plastics & Rubber Institute, London, 1981.
- Hage Jr, E., Blendas Poliméricas, DEMA, UFSCAR, 1989.
- Mano, E. B., Introdução a Polímeros, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1985.
- Idem, Novos Materiais Poliméricos no Brasil - Perspetivas Nacionais na brea de Novos Materiais Poliméricos, Assessoria de Editoração e Divulgação Científica do CNPq, Brasília, 1988.
- Idem, Polímeros como Materiais de Engenharia, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1991.
- Paul, D.R. & Newman, S., Polymer Blends, Volumes 1 e 2, Edited by Academic Press, Inc, London, 1978.
- Rabelo, M. S., Estrutura Supermolecular de Polímeros, Apostila de Divulgação Interna DEQ/UFPB, Campina Grande, 1989.
- Idem, Aditivção de Polímeros, Apostila de Divulgação Interna DEQ/UFPB, Campina Grande, 1990.



- Rodrigues, F., Principios de Sistema de Polímeros, Editorial E Manual Moderno, S. A. de C.V. México, 1984.
- Seymour, R. B. & Carraher Jr, C. E., Structure - Property Relationships in Polymers, Plenum Press, New York, 1984.

A P E N D I C E

TABELA 1: AGENTES COMPATIBILIZANTES

| COMPONENTES                | R E A Ç O E S         |                       |                       |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | 1 <sub>a</sub> -> AG1 | 2 <sub>a</sub> -> AG2 | 3 <sub>a</sub> -> AG3 |
| Estireno (ml)              | 200                   | 200                   | 200                   |
| EVA (g)                    | 20                    | 30                    | 40                    |
| Agua Destilada (ml)        | 400                   | 400                   | 400                   |
| POLI (álcool vinílico) (g) | 0,9                   | 0,9                   | 0,9                   |
| AIBN (g)                   | 0,2 - 0,3             | 0,2 - 0,3             | 0,2 - 0,3             |

PROCESSAMENTO DAS BLENDA EVA/PSAI

TABELA 2: 1ª SÉRIE DE BLENDA

| COMPONENTES | B L E N D A S |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             | 1ª            | 2ª | 3ª | 4ª | 5ª | 6ª | 7ª | 8ª | 9ª |
| PSAI (%)    | 87            | 86 | 85 | 87 | 86 | 85 | 87 | 86 | 85 |
| EVA (%)     | 10            | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| AG1 (%)     | 3             | 4  | 5  |    |    |    |    |    |    |
| AG2 (%)     |               |    |    | 3  | 4  | 5  |    |    |    |
| AG3 (%)     |               |    |    |    |    |    | 3  | 4  | 5  |

**TABELA 3: 2ª SÉRIE DE BLENDAS**

| COMPONENTES | B L E N D A S |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             | 1a            | 2a | 3a | 4a | 5a | 6a | 7a | 8a | 9a |
| PSAI (%)    | 82            | 81 | 80 | 82 | 81 | 80 | 82 | 81 | 80 |
| EVA (%)     | 15            | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| AG1 (%)     | 3             | 4  | 5  |    |    |    |    |    |    |
| AG2 (%)     |               |    |    | 3  | 4  | 5  |    |    |    |
| AG3 (%)     |               |    |    |    |    |    | 3  | 4  | 5  |

**TABELA 4: 3ª SÉRIE DE BLENDAS**

| COMPONENTES | B L E N D A S |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             | 1a            | 2a | 3a | 4a | 5a | 6a | 7a | 8a | 9a |
| PSAI (%)    | 77            | 76 | 75 | 77 | 76 | 75 | 77 | 76 | 75 |
| EVA (%)     | 20            | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| AG1 (%)     | 3             | 4  | 5  |    |    |    |    |    |    |
| AG2 (%)     |               |    |    | 3  | 4  | 5  |    |    |    |
| AG3 (%)     |               |    |    |    |    |    | 3  | 4  | 5  |

TABELA 5: PROPRIEDADES DOS EVA(s)

| PROPRIEDADES                | MÉTODO      | UNIDADE           | E V A (s) |         |
|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------|---------|
|                             |             |                   | HM-150    | 6019-PE |
| Teor de acetato de vinila   | JIS 6730    | %                 | 20        | 19,0    |
| Índice de Fluidez           | ASTM D-1238 | g/10 min          | 150       | 6,0     |
| Densidade                   | ASTM D-1505 | g/cm <sup>3</sup> | 0,94      | 0,94    |
| Dureza                      | ASTM D-2240 | SHORE A           | 75        | 89      |
| Ponto de amolecimento VICAT | ASTM D-1525 | °C                | 37        | 55      |
| Ponto de fusão              | DSC         | °C                | -         | 84      |



RESULTADOS DOS TESTES DE RESISTENCIA AO IMPACTO (IZOD) REALIZADAS NAS  
BLENDAS EVA/PSAI

TABELA 6: UTILIZANDO EVA HM-150

| BLENDAS  | RESISTENCIA AO IMPACTO IZOD (kgfcm/cm) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | AG1                                    |     |     | AG2 |     |     | AG3 |     |     |
|          | 3%                                     | 4%  | 5%  | 3%  | 4%  | 5%  | 3%  | 4%  | 5%  |
| 1ª série | 4,4                                    | 5,2 | 4,8 | 6,3 | 6,0 | 6,3 | 5,5 | 5,9 | 5,5 |
| 2ª série | 5,2                                    | 4,0 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 4,8 | 4,7 | 5,1 | 4,7 |
| 3ª série | 4,0                                    | 4,0 | 3,6 | 3,9 | 3,9 | 4,3 | 3,9 | 3,9 | 3,5 |

TABELA 7: UTILIZANDO EVA 6019-PE

| BLENDAS  | RESISTENCIA AO IMPACTO IZOD (kgfcm/cm) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | AG1                                    |     |     | AG2 |     |     | AG3 |     |     |
|          | 3%                                     | 4%  | 5%  | 3%  | 4%  | 5%  | 3%  | 4%  | 5%  |
| 1ª série | 5,7                                    | 5,9 | 5,8 | 5,9 | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 6,0 | 5,8 |
| 2ª série | 5,3                                    | 5,3 | 5,5 | 5,3 | 5,0 | 5,3 | 5,6 | 5,5 | 5,2 |
| 3ª série | 4,7                                    | 4,4 | 4,9 | 4,5 | 4,7 | 4,7 | 4,6 | 4,5 | 4,6 |