

# ENSAIO DE INFLAMABILIDADE EM PAN-OXIDADA COM MANTA DE REVESTIMENTO TERMOACÚSTICA AUTOMOTIVA.

D.O. Correia<sup>1</sup>; R.S.Freitas<sup>1</sup>; J.S. Marcuzzo<sup>1</sup>; R. C.M.Sales<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – “Prof. Jessen Vidal”

Avenida Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 – CEP: 12247-014 – São José dos Campos - SP – Brasil

Telefone: (12) 3905-2423– Email: [dgocorreia@hotmail.com](mailto:dgocorreia@hotmail.com); [rsfreitas93@gmail.com](mailto:rsfreitas93@gmail.com).

**RESUMO:**A PAN-OXIDADA é um material comercial produzido a partir da oxidação de fibras POLIANITRILICA precursoras e possui característica antichama, sendo aplicada como barreira térmica. Este trabalho visa avaliar a eficácia do uso de fibra PAN-OXIDADA a partir de fibras têxteis, de origem nacional, como barreira antichama. Para tanto, foram montados corpos de prova utilizando-se material semelhante à forração interna de veículos, protegido por uma camada de fibra oxidada como barreira térmica. Os ensaios foram realizados aplicando-se as normas UL-94 e CONTRAN. Como principal resultado observou-se uma significativa redução da capacidade de inflamabilidade e esta quando ocorria cessava com a ausência da fonte ignitora. Os resultados indicam a possibilidade do uso deste material, nacional e de baixo custo, na indústria automotiva como um item de segurança.

**PALAVRAS-CHAVE:** teste de inflamabilidade; antichama; taxa de queima; PAN-OXIDADA; poliacrilonitrila oxidada.

**ABSTRACT:** PAN OXIDADA is a commercial material produced from the oxidation of precursor polyacrylonitrile fibers and there is a flameproof characteristic, applied as a thermal barrier. This work aims to evaluate the efficacy of the use of PAN-OXIDADA fiber use from textiles fibers, national origin, as flameproof barrier. Therefore, they were mounted specimens using material such as inner of vehicles, protected by an oxidized fiber layer as a thermal barrier. The tests were performed applying the UL-94 and CONTRAN standards. In the main result, there were a significant reduction of the flammability in capacity and when it occurred, it stopped because there weren't any ignition source. The results indicate the possibility of the use of this material, national and with low cost, as a security item in an automobile industry.

**KEYWORDS:** flammability test; flameproof; PAN-OXIDADA; polyacrylonitrile fibers.

## 1. INTRODUÇÃO.

Atualmente é muito comum ver a notícia de que carros são destruídos por incêndios todos os dias, sejam eles decorrente de falha elétrica ou por vazamento de fluidos inflamáveis. Segundo o corpo de bombeiros do estado de São Paulo, mais de 200 chamadas são atendidas todos os dias [1].

Para tentar minimizar os danos ou aumentar as chances de sobrevivências dos passageiros, os fabricantes

automotivos precisam atender a normas regulamentadoras de diretrizes da política nacional de trânsito, que no Brasil é representado pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito).

Segundo o CONTRAN [2], em uma de suas resoluções (nº 675/1986) possui menção em relação à propagação de chama em revestimento interno de veículos, onde diz que “... deverão apresentar velocidade de propagação de chama no máximo, 250 mm/min.”. Os órgãos de países mais

desenvolvidos, onde o controle é mais rígido, possuit taxa limite de queima 80 mm/min [3].

Atualmente, nos veículos é usada a manta de revestimento interno que é composta por fibras têxteis mistas ligadas por fios termoplásticos de polipropileno. Sobre esta são aplicados os carpetes que são compostos por fibra de poliéster, conhecida como PET (polietileno-tereftalato) agulhado, com base resinada (resina vinílica)[4].

Uma das possibilidades para o aumento da segurança em veículos é o uso de materiais que já possuem resistência térmica e química, PANOX® é um exemplo deste material. Esta tem se mostrado um interessante material para ser usado como barreira térmica e antichama. Por outro lado é um material caro, pois é fabricado com fibras percussoras de fibra de carbono, o que inviabiliza seu uso de forma massiva.

Visando obter resultados melhores de inflamabilidade em materiais para revestimento automotivo dos quais solicita o CONTRAN [2] e para aproximar de valores regulamentados em órgãos internacionais, a fibra de PAN-OXIDADA foi escolhida para revestir uma manta termoacústica, que é um material normalmente utilizado em revestimento de veículos.

A PAN-OXIDADA que se difere da PANOX® pelo fato de ser produzida com fibra PAN têxtil, ou seja, um material barato e, conseqüentemente, com uma ampliação da gama de uso. Devida a sua característica estruturalmente e quimicamente inerte, ou seja, não queima nem derrete, também possui excelente resistência ao fogo e ao calor [5].

Procurando a melhor maneira de aderir a PAN-OXIDADA com a manta de revestimento termoacústica, foram pesquisados e aplicados três tipos de cola comerciais com características de flexibilidade e resistência ao calor.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais:

Foi utilizada para a preparação dos CDP's (corpos-de-prova) manta termoacústica utilizada em veículos (Figura 1), PAN-OXIDADA (Figura 2) e colas comerciais como: cola de junta diesel (3M®), cola de contato (CASCOLA®) e cola em spray-76(3M).



**Figura 1.** Manta de revestimento termo acústico utilizado em automóveis.



**Figura 2.** Manta de PAN-OXIDADA

### 2.2. Preparação de CDP's:

Para preparação dos CDP's foi utilizado como base à norma UL-94[6]. As medidas requeridas pela norma são: 125mm±0,5 de comprimento, 13mm±1 de largura e espessura não excedendo 13mm.

Para recorte das mantas de revestimento termoacústico e PAN-OXIDADA foram utilizados os seguintes materiais: guilhotina, estilete e um gabarito com as medidas especificadas pela norma [6]. Foram preparados 68 CDP's de comprimento

125mm $\pm$ 2,24, largura 13mm $\pm$ 0,89 e espessura 13mm $\pm$ 1,55.

A aplicação de cola nos CDP's foi realizada de maneira manual, aplicando uma fina camada de adesivo em toda face do CDPem ambas as mantas, aguardado 2 minutos para a junção das partes através de compressão manual. Foram elaborados os seguintes corpos de prova para teste comparativo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tipos de corpo de prova preparados.

Revestimento simples (RS) se refere a uma face com PAN-OXIDADA e revestimento duplo (RD) são duas faces, “frente-verso”, com PAN-OXIDADA.

Tipo de cola	Quantidade de CDP
Manta pura (s/ cola)	10
RS cola diesel	10
RD cola diesel	10
RS cola spray	10
RD cola spray	10
RS cola de contato	10
RD cola de contato	08
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>

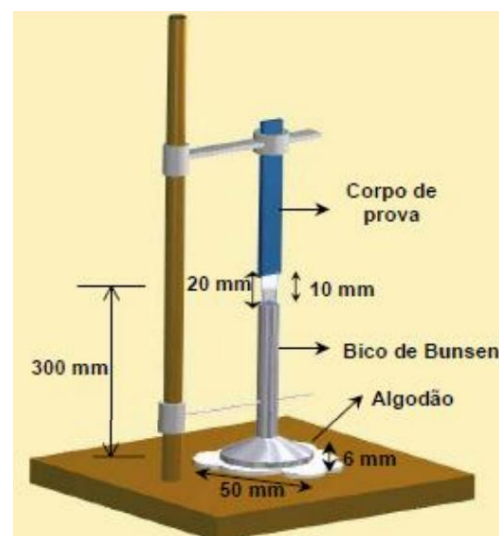
## 2.3 Ensaios de Inflamabilidade segundo a UL-94:

**2.3.1 UL-94VB:** Para a realização do ensaio UL 94 VB [6] (Vertical burning), (Figura 3), os CDP's foram marcados com 6 mm da extremidade para serem fixadas no prendedor, dispondo a mesma na posição vertical. A chama possuía uma altura de 20 mm de cor azul. Para iniciar a experiência, a chama foi colocada por 10 segundos na extremidade livre doCDP. Após esse tempo, a chama foi removida e foi observada propagação da chamaaté a sua extinção.

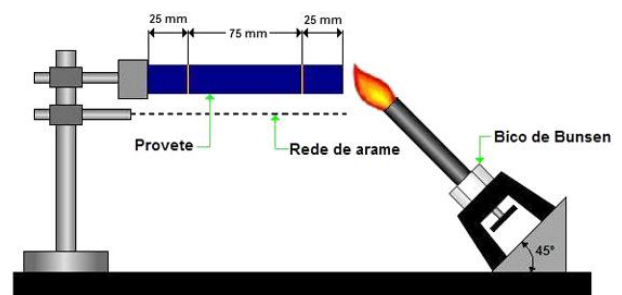
A Figura 4 mostra o esquema para o ensaio de inflamabilidade vertical.



**Figura 3.** Fixação do corpo de prova para ensaio UL-94 VB[6].



**Figura 4.** Desenho esquemático do ensaio UL-94 VB [6].



**Figura 5.** Desenho esquemático do ensaio UL-94 HB.

**2.3.2 UL-94 HB:** O ensaio de queima na horizontal (Figura 5) é aplicado para materiais que continuam a queimar e propagar a chama, no ensaio UL-94 VB [6], no que implica a incapacidade de classificá-los nesta norma. Então foi utilizado o UL-94 HB (Horizontal burning) [6] com o objetivo de classificar o material polimérico através da velocidade de queima do material. Neste teste as amostras

foram fixadas no prendedor pela extremidade livre de marcação e o seu eixo longitudinal foi colocado na posição horizontal. O bico de bunsen deve estar inclinado a um ângulo de 45°. A chama foi aplicada na extremidade livre do CDP por um período de 30 segundos ou até que atingisse a marca de 25 mm. Foi cronometrado o período da propagação da chama até sua extinção ou se atingisse a marca de 100mm.

A Figura 5 mostra o esquema para o ensaio de inflamabilidade horizontal e a Figura 6 apresenta uma imagem real do CDP sendo ensaiado.



**Figura6:** Realizando o ensaio UL-94 HB[6]

Para definir a taxa de queima do material foi utilizado a seguinte Equação 1[6]:

$$V=60x(L/t) \quad (1)$$

Onde:

V = Taxa de queima linear em mm/minuto;

L = Comprimento danificado no corpo de prova, em milímetros;

t = Tempo em segundos.

Os critérios utilizados para classificação dos CDP's segundo a norma UL-94 VB [6] foram:

- Classificação V0 – A soma dos tempos de queima de cada tipo de CDP (5CDP's por tipo de cola/revestimento) não deve ultrapassar 50 segundos e a chama não deve atingir o prendedor.

- Classificação V1e V2– A soma dos tempos de queima de cada tipo de CDP (5CDP's por tipo de cola/revestimento) não

deve ultrapassar 250 segundos e a chama não deve atingir o prendedor.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseando-se na norma UL-94 [6] e sua metodologia para a classificação dos dados, foi constatado que a manta termo acústica, tecnicamente, atenderia as normas do CONTRAN [2], porém os dados obtidos com a união da PAN OXIDADA com os três tipos de cola usados nos testes melhoraram consideravelmente, diminuindo a velocidade da taxa de queima.

Os corpos de prova do teste vertical não atenderam as exigências da norma[6], porque segundo a norma UL-94 VB[6] se a chama atingir o prendedor automaticamente o teste vertical é desconsiderado. Este comportamento foi verificado para todos os CDP's testados, mesmo os CDP's que possuíam o duplo revestimento com PAN-OXIDADA. Os CDP's que continham a cola de contato apresentaram extinção da chama, ao classificá-lo quanto ao tempo de queima, excedeu o tempo máximo permitido de 250 segundos, não se enquadrando em nenhuma classificação da norma UL-94 VB [6].

Para validar o teste de todos os CDP's foi realizado o teste de queima horizontal.

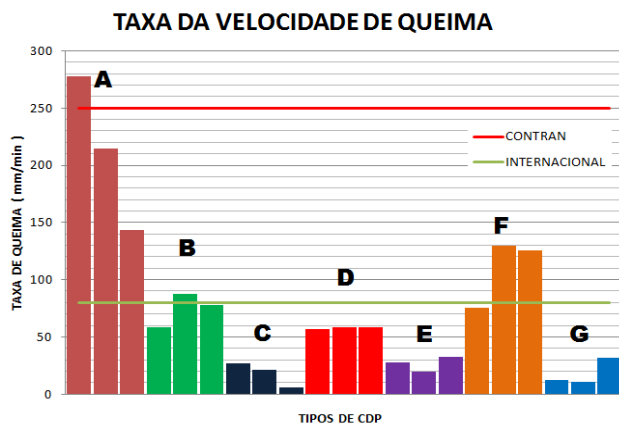
No teste de queima horizontal foram obtidos resultados onde foi possível validar o teste. Foi verificado que os seis tipos de CDP's (cola Diesel RD/RS, cola de contato RD/RS e cola spray RD/RS) tiveram resultados com taxa de velocidade de queima menor que 250mm/min (Figura 7) (Tabela 2).

Durante os testes, concluiu-se que os CDP's de manta pura (CDP's 1, 2 e 3) tiveram uma taxa de queima bem acentuada (Figura 7.A) e assim um tempo de queima menor (Figura 8.A). O comportamento deste material deve ao fato que ele é composto por aglomerados de resíduos de fibras têxteis mistas (poliéster e lã) ligadas por fios termoplásticos de polipropileno. Estes materiais poliméricos possuem baixa

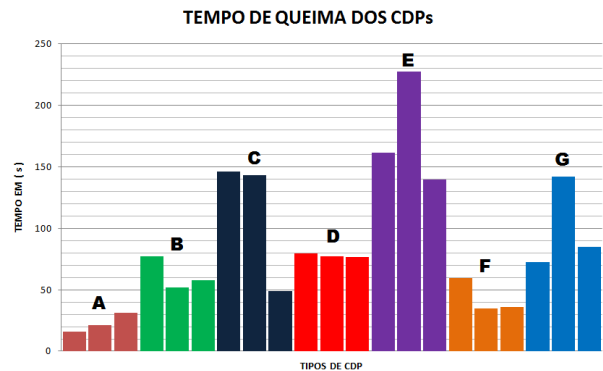


resistência ao calor. Segundo a AUSTEX [7] o poliéster amolece a partir de 220° C, enquanto que o polipropileno amolece a partir de 170° C e a lã se decompõe a partir de 130° Ce, portanto, estes materiais são facilmente degradados quando submetidos a uma fonte de calor. O CDP 1 teve seu valor de taxa de queima acima do permitido pelo CONTRAN [2], isto se deve ao fato da manta termoacústica ser uma mistura de materiais poliméricos sem a preocupação da porcentagem de cada tipo ao longo do produto final, então, se a parte ensaiada contiver maior porcentagem do material com menor resistência ao calor esta terá uma taxa mais acentuada.

Já o CDP com cola spray 76 com revestimento duplo teve maior tempo de queima (Figura 8.E) e mesmo a taxa de queima sendo baixa ele queimou 100% (Figura 7.E). No entanto, o ensaio com a cola diesel (Figura 7. C e 8.C) e cola de contato com revestimento duplo (Figura 7.G e 8.G) apresentaram uma melhor relação tempo x taxa de queima, já que o CDP's não tiveram queima total antes da chama extinguir-se.



**Figura 7.** Gráfico da taxa da velocidade de queima dos CDP'S (mm/min x tipos de CDP'S), onde: A) manta pura, B) RS com cola diesel, C) RD com cola diesel, D) RS com cola spray-76, E) RD com cola spray-76, F) RS com cola de contato e G) RD com cola de contato.



**Figura 8.** Gráfico do tempo de queima dos CDP'S (segundos x tipo de CDP'S), onde: A) manta pura, B) RS com cola diesel, C) RD com cola diesel, D) RS com cola spray-76, E) RD com cola spray-76, F) RS com cola de contato e G) RD com cola de contato.

A PAN-OXIDADA mostrou-se excelente nos testes de inflamabilidade, pois é resistente ao calor e ao fogo. Seu uso em conjunto com a manta termoacústica associada com as colas comerciais (cola diesel e cola de contato com revestimento duplo) mostrou-se satisfatório já que atenderam aos requisitos da norma [6] e as exigências do CONTRAN [2] que é de 250mm/min. e a dos órgãos internacionais 80mm/min[3], com resultados de taxa de queima bem abaixo do indicado pela norma (Figura 7.C e 7.G).

Durante os testes, os CDP's com cola diesel e revestimento duplo (Figura 9) tiveram sua chama extinguida antes da sua queima total, o mesmo aconteceu com os CDP's com cola de contato de revestimento duplo (Figura 10) onde percebe-se que a PAN-OXIDADA agiu como um abafador quebrando a reação em cadeia da chama aos poucos.



**Figura 9.** CDP com cola Diesel e revestimento duplo (RD) com a chama extinguida.



**Figura 10.** CDP com cola de contato e revestimento duplo (RD) com a chama extinguida.

**Tabela 2:** Resultados do cálculo das taxas de queima do teste UL-94HB para cada CDP.

CDP	L (mm)	V (mm/min)	CDP	L (mm)	V (mm/min)
1	75	277,77	41	75	27,9
2	75	214,28	42	75	19,77
3	75	143,22	43	75	32,24
11	75	58,45	51	75	75,44
12	75	87,27	52	75	129,98
13	75	77,96	53	75	125,94
21	65	26,74	61	15	12,4
22	50	20,98	62	25	10,55
23	5	6,17	63	45	31,92
31	75	56,78			
34	75	58,38			
35	75	58,6			

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o melhor revestimento para ser aplicado como barreira antichama são os que foram colados com as cola diesel e cola de contato, obtendo valores abaixo das especificações do CONTRAN [2] e da normativa utilizada pelos órgãos europeus [3] mantendo a estrutura dos CDP's.

Neste trabalho verificou-se que os materiais utilizados podem ser aplicados no dia a dia não só nos carros, alvo do problema em questão, mas também em outros meios de transporte amenizando os danos e diminuindo o tempo e taxa de queima. Para que a chance de sobrevivência de uma possível vítima ou da recuperação do veículo sejam maiores.

## 6. AGRADECIMENTOS

O projeto é parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processos 466375/2014-8.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R7.com Disponível em: <<http://noticias.r7.com/record-noticias/noticias/especialista-conta-quais-sao-os-principais-motivos-que-provocam-incendio-em-carros-20110120.html>>. Acessado em: 10/09/2016.
- [2] BRASIL.RESOLUÇÃO Nº 675, DE 8 DE SETEMBRO DE 1986.CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: [http://www.lex.com.br/doc\\_23682022\\_RESOLUCAO\\_CONTRAN\\_N\\_675\\_DE\\_8\\_](http://www.lex.com.br/doc_23682022_RESOLUCAO_CONTRAN_N_675_DE_8_) Acessado em: 09/09/2016.
- [3] VOLVO STD 104-0001- Flammability (burning behavior) of interior and exterior materials. 2007.
- [4]VALVASSORI FILHO, A. Avaliação da qualidade do ar de cabines de veículos automotores recém-manufaturados. 2008.
- [5] PANOX® STELLA VIEGAS<<http://stellaviegas.com.br/panox>>. Acessado em: 10/09/2016.
- [6] UL-94b (Underwriters Laboratories) ISBN 0-7629-0082-2 - Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances. 2001.
- [7] Classificação, Identificação e Classificação de Não-tecidos, ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos. Disponível em: [http://www.abint.org.br/pdf/Manual\\_ntecidos.pdf](http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf). Acessado em: 10/09/2016.