

# A INFLUÊNCIA DO INTEMPERISMO AO RISCO EM PEÇAS PLÁSTICAS COM COMPOSTO DE PP+EPDM COM 20% DE CARGA MINERAL PARA ACABAMENTO INTERNO DE AUTOMÓVEL.

CERIGATTO, Almir  
[arcerigatto@uol.com.br](mailto:arcerigatto@uol.com.br)  
Faculdades Oswaldo Cruz

**Resumo.** *O objetivo deste trabalho é demonstrar a influência do intemperismo ao risco em peças plásticas produzidas a partir de compostos de Polipropileno + Etileno Propileno Dieno Monômero com 20 % de carga mineral (PP+EPDM-M20) para uso em acabamento interno de automóveis. As amostras foram expostas ao intemperismo artificial com exposição de com e sem luz na temperatura 89°C (192°F), comprimento de onda de 340 nm. Foram abordados neste trabalho faixas de exposição ao intemperismo sendo os corpos de prova estudados utilizando na cor (cinza) e superfícies sem texturas. O método do ensaio de resistência ao risco adotado no estudo foi padronizado para todas as superfícies. Conclui-se que houve uma perda na resistência ao risco nas superfícies que sofreram ação do intemperismo em relação às superfícies que não tiveram ação do intemperismo, ou seja, superfícies expostas ao intemperismo têm tendência em apresentar um maior esbranquecimento na superfície riscada.*

**Palavras-chave:** *Riscabilidade, Resistência ao Risco, Intemperismo, Compostos de PP.*

**Abstract:** *The objective of this paper is to demonstrate the influence of weathering the risk of plastic parts produced from the Polypropylene +Ethylene Propylene Diene Monomer compounds with 20% fillers (PP+EPDM-M20) for use in automotive interior trim. The samples were exposed to artificial weathering exposure with light with and without the temperature 89°C (192°F), wavelength 340 nm. Were addressed in this paper ranges of exposure to weathering the samples being studied using the color (Gray) and without textures surfaces. The method of scratch resistance test adopted in this study was standardized for all surfaces. We conclude that there was a loss in the scratch resistance surfaces that have suffered weathering action in relation to surfaces that had no action of weathering, ie, surfaces exposed to weathering tends to present a greater whitening scratched the surface.*

**Keywords:** *Scratchability, Scratch Resistance, Weathering, PP compounds.*

## 1 INTRODUÇÃO

O intemperismo afeta o comportamento das propriedades dos materiais, que pode interferir na sua resistência ao risco e no resultado final na riscabilidade em peças plásticas.

O clima no interior de um veículo apresenta alguns desafios específicos em relação ao clima exterior, tais como a temperatura, umidade e exposição à radiação ultravioleta (UV). Com as janelas fechadas em um clima quente e ensolarado, a temperatura do material pode chegar a 102°C (215°F), a luz que atinge as peças do interior também é diferente da luz que atingem as peças externas, pois o vidro automotivo (tipicamente laminado ou temperado) altera o espectro de luz, diminuindo o comprimento de onda alterando a radiação UV.

A umidade é um fator que contribui para a degradação através de reações químicas e efeitos físicos, embora sejam menores comparados com o clima externo do veículo.

Como resultado destas diferenças, os testes de intemperismo artificial em peças de interior de veículo constantemente adaptadas simulam o clima de um interior de automóveis.

A resistência ao risco de um polímero tem se tornado cada vez mais importante na indústria automotiva, pois está diretamente ligada à aparência tanto das peças plásticas utilizadas em acabamento externo quanto das peças plásticas de acabamento interno do automóvel, visto que interfere na sensação visual de qualidade do cliente.

A riscabilidade de materiais poliméricos tornou-se um tópico importante para aplicações de peças visíveis no interior de automóveis ou quaisquer outras que demandem alta qualidade superficial. Definem risco como uma marca que forma sulcos visíveis e danos na superfície; é um modo típico de dano para superfícies que são submetidas a movimentos com cargas pesadas através de um indentador.

A complexidade do assunto engloba inúmeros fatores que influenciam na resposta do polímero à resistência ao risco. Conforme Wong (2003), estes fatores incluem a carga e velocidade do ensaio, o coeficiente de fricção, geometria e quantidade de riscos, quantidade e tipos de cargas e aditivos e conforme Chivatanasontorn (2010), o comportamento de resistência ao risco dos materiais poliméricos é complexo e depende de vários parâmetros, tais como as condições de teste de risco (carga, velocidade e geometria/tamanho da ponta riscante), e as propriedades dos materiais (módulo de elasticidade, resistência mecânica, coeficiente de fricção etc.) e a textura superficial do material.

Uma reprodução de risco pode ser uma indentação através do deslizamento de um indentador numa superfície áspera, onde o processo de deformação mecânico envolve deformação dinâmica, contato superficial, interação de fricção e dissipação de calor (HOSSAIN, M. M. *et al*). A norma relacionada à metodologia de resistência ao risco encontrado neste estudo é a GMW14688 com base na ISO 7724.

Peças plásticas de acabamento interno de um automóvel são submetidas a diferentes esforços de risco em função da aplicação e do local onde a peça é montada no automóvel, por isso é comum que a carga aplicada no ensaio de resistência ao risco seja variável como, por exemplo, 5N, 10N ou 15N. A utilização de uma carga maior (10N) geralmente é feita em peças que são mais suscetíveis ao risco pelo usuário como, por exemplo, Cobertura da Coluna de Direção (onde o motorista pode esbarrar a chave com força para dar partida no veículo), Painel de Instrumentos, Tampa do Porta-Luvas, Lateral de Portas, Console. São peças que precisam ter uma maior resistência ao risco, pois um esbranquecimento acima do limite permitido pela norma da montadora ocasiona um grande desconforto e descontentamento do cliente e conseqüentemente uma reclamação de qualidade. Para peças plásticas que são montadas em regiões que ficam mais escondidas ao usuário, de acesso mais difícil geralmente é adotado uma carga inferior (5N). Neste estudo, foi adotada a condição mais severa (10N) para padronização da metodologia.

Os trabalhos publicados sobre Resistência ao Risco em polímeros têm mostrado uma tendência de utilizar técnica de análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) onde é estudada a deformação do polímero (KOCH, T. *et al*, 2007).

O intuito deste trabalho é estudar o desempenho de uma peça do interior de um veículo já com algum tempo de uso em relação ao veículo novo no qual as peças não tiveram ação de

intemperismo, caso as mesmas sejam submetidas a uma mesma condição de risco, por isso é importante conhecer o comportamento em diferentes faixas de radiação considerando-se um único tipo de polímero e uma mesma cor, no caso deste estudo, foi adotado um composto de PP+EPDM-M20, na cor cinza. Com propósito da granulometria não contribuir na resistência ao risco do composto foram utilizadas superfícies sem textura nos ensaios de risco, outro ponto importante é padronizar a metodologia utilizada nos ensaios e utilizando equipamentos aferidos para que os resultados possam ser comparados.

## 2 ESTUDO EXPERIMENTAL

Avaliar o comportamento de composto de PP+EPDM-M20 e a influência do intemperismo em suas camadas superficiais antes e depois de diversos níveis de exposição de radiação UV e suas influências na resistência ao risco.

### 2.1 Materiais

Neste trabalho, foram utilizadas amostras de PP+EPDM-M20 na cor cinza moldadas por injeção, com as propriedades características de módulo de elasticidade na tração de 2100 Mpa (ISO527), índice de fluidez (IF) de 23.8 g/10 min a 230°C e 2,16 kg (ISO1133) e Resistência ao Impacto do tipo Notched Izod com entalhe a 23°C de 4,0 kJ/m<sup>2</sup> (ISO180-1eA).

As placas injetadas com dimensões aproximadas de (210 x 145 x 3) mm e superfície sem textura (figura 1).

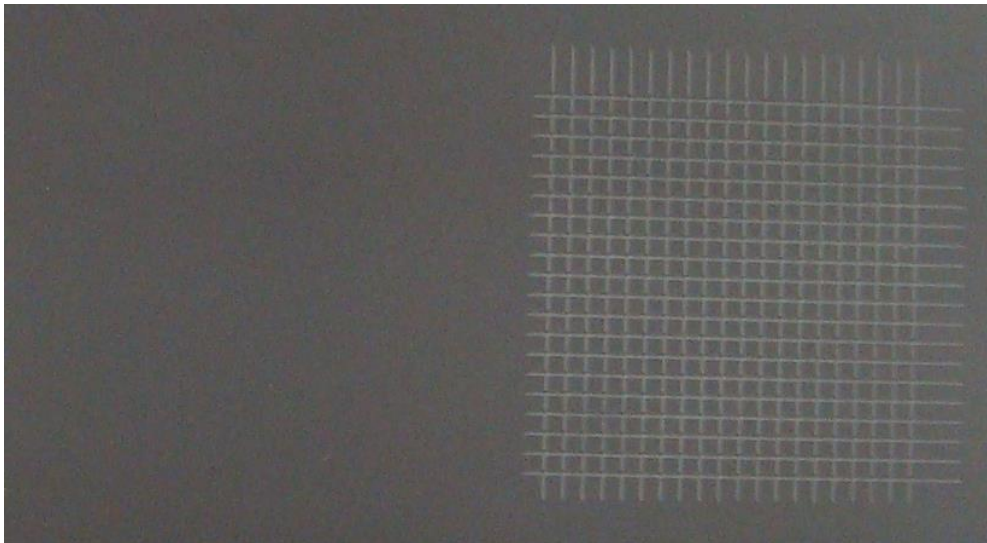


Figura 1. Detalhe da superfície riscada em placa padrão sem textura.

### 2.2 Método do ensaio de intemperismo

Durante seu tempo de vida, os plásticos são expostos a todos os tipos de impactos ambientais, como luz, umidade e temperatura.

Este método de ensaio proporciona o envelhecimento acelerado do polímero utilizando um equipamento dotado de uma fonte de luz artificial do tipo xenon para simular condições ambientais extremas encontradas no interior de um veículo, devido ao calor, luz solar e umidade, determinando efeitos de desgaste e degradação do material.

O polímero é exposto sob condições definidas de calor, UV e outras formas de stress para determinar as suas propriedades essenciais antes e depois da exposição.

Para este trabalho as mostras de teste foram preparadas de acordo com a ISO 105-B06 e expostas com e sem luz (89 ° C, 340 nm). Os ciclos entre luz e períodos de escuridão foram de acordo com SAE J2412.

Foram utilizados cinco lotes de amostras com variação de 20% exposição de radiação com intuito de acompanhar o comportamento do material durante o ensaio, conforme tabela 1.

Amostras	% Radiação	kJ/m <sup>2</sup>
A	0	0
B	20	248
C	40	496
D	60	744
E	80	992
F	100	1.240

Tabela 1 – Variação de exposição de radiação dos lotes de corpos de prova.

### 2.3 Método do ensaio de risco

Para a realização do risco nas amostras, padronizou-se uma metodologia de ensaio com intuito de comparar os resultados entre as superfícies. O ensaio foi realizado em placas condicionadas após 72 horas de injeção, em ambiente controlado (temperatura de 23±2°C e umidade relativa de 50±5%).

As superfícies das amostras que sofreram intemperismo artificial foram limpas com álcool a fim de evitar qualquer interferência de impurezas (ex: resíduo de desmoldante da injeção) nos resultados do ensaio de risco que posteriormente foram submetidas. O aparelho da marca Erichsen modelo 430P-II utilizado para realizar o risco possui uma ponta riscante (identador) metálica esférica com 1 mm de diâmetro. A carga aplicada foi de 10N a uma velocidade constante de 1000 mm/minuto. O comprimento do risco foi de 40 mm. Foram realizados 20 riscos paralelos e equidistantes em 2 mm. Deve-se repetir 20 riscos da mesma maneira, porém a 90° dos riscos iniciais formando uma grade (figura 2).

O ensaio foi realizado em triplicata em ambas as superfícies.

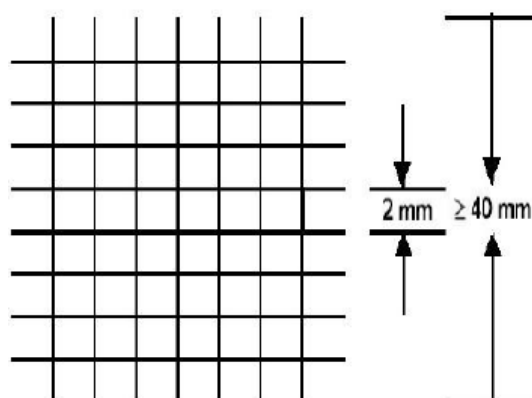


Figura 2. Grade de 20 riscos

## 2.4 Leitura Colorimétrica

Para avaliar o nível do esbranquecimento das amostras, foi utilizado um espectrofotômetro da marca X-RITE Color I5DV. Essa medição foi feita através da diferença colorimétrica no eixo L da superfície que sofreu de intemperismo e posteriormente riscada com a superfície na condição original (que não sofreu intemperismo) e posteriormente riscada.

O eixo colorimétrico L no CIELAB é o responsável pela medição da luminosidade, que se estende de 0 (preto) a 100 (branco). As outras duas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  representam respectivamente o vermelho-verde e o amarelo azul (figura 3).

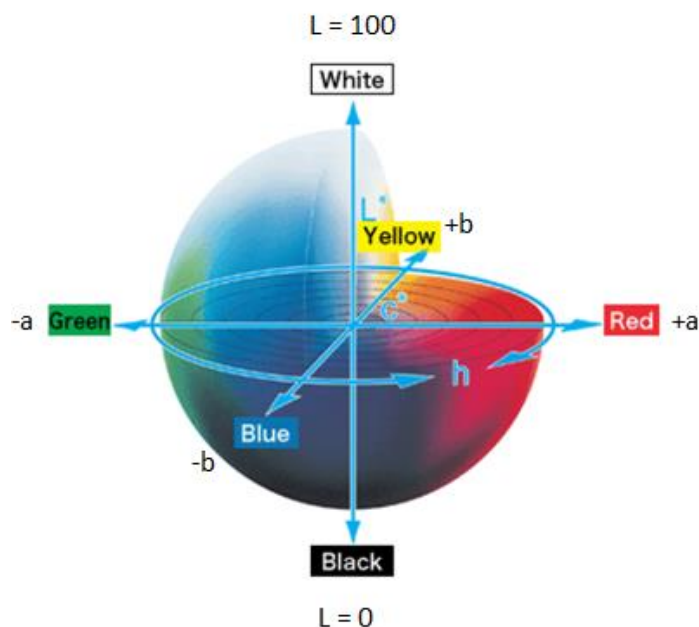


Figura 3. Cores no sistema CIELAB.

A configuração do espectrofotômetro utilizado tem geometria de  $8^\circ$  de observador, no iluminante D65 (CIELAB) e com a exclusão do brilho nas leituras.

A leitura colorimétrica de cada corpo de prova foi realizada em 3 posições ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $90^\circ$ ) a fim de obter uma homogeneidade nos resultados.

As tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 a seguir indicam os resultados obtidos nas superfícies estudadas em diferentes níveis de radiação.

Amostras	Coordenada $L^*$		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	$dL^*$ ( $L^*$ riscada – $L^*$ sem risco)
A 1	42,38	42,47	0,09

A 2	42,40	42,65	0,25
A 3	42,41	42,80	0,39
A 4	42,36	43,14	0,72
A 5	42,42	42,82	0,42
Média	42,39	42,77	0,38
Desvio-Padrão	0,02	0,24	0,22

Tabela 2 – Resultados obtidos de superfícies sem intemperismo.

Amostras	Coordenada L*		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	dL* (L*riscada – L*sem risco)
B 1	42,30	43,50	1,20
B 2	42,34	43,58	1,24
B 3	42,38	43,60	1,22
B 4	42,31	43,60	1,29
B 5	42,37	43,70	1,33

Média	42,34	43,59	1,25
Desvio-Padrão	0,03	0,07	0,04

Tabela 3 – Resultados obtidos de superfícies com intemperismo com 20 % de radiação.

Amostras	Coordenada L*		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	dL* (L*riscada – L*sem risco)
C 1	42,80	44,12	1,32
C 2	42,53	44,09	1,56
C 3	42,30	44,05	1,75
C 4	42,24	44,88	2,64
C 5	42,26	43,3	1,04
Média	42,42	44,08	1,66
Desvio-Padrão	0,23	0,55	0,60

Tabela 4 – Resultados obtidos de superfícies com intemperismo com 40 % de radiação.

Amostras	Coordenada L*		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	dL* (L*riscada – L*sem risco)
D 1	42,45	44,20	1,75
D 2	42,31	44,46	2,15
D 3	42,22	43,93	1,71
D 4	43,08	44,22	2,09
D 5	42,13	44,67	2,54

Média	42,43	44,29	2,04
Desvio-Padrão	0,37	0,28	0,33

Tabela 5 – Resultados obtidos de superfícies com intemperismo com 60 % de radiação.

Amostras	Coordenada L*		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	dL* (L*riscada – L*sem risco)
E 1	42,15	44,35	2,20
E 2	42,65	45,25	2,60
E 3	42,31	44,74	2,43
E 4	42,43	44,98	2,55
E 5	42,22	44,92	2,57
Média	42,35	44,84	2,47
Desvio-Padrão	0,19	0,33	0,16

Tabela 6 – Resultados obtidos de superfícies com intemperismo com 80 % de radiação.

Amostras	Coordenada L*		
	Superfície sem risco	Superfície com risco	dL* (L*riscada – L*sem risco)
F 1	42,18	44,59	2,41
F 2	42,61	45,31	2,70
F 3	42,41	44,84	2,43
F 4	42,45	44,93	2,48
F 5	42,32	44,85	2,53



Média	42,39	44,90	2,51
Desvio-Padrão	0,15	0,26	0,11

Tabela 7 – Resultados obtidos de superfícies com intemperismo com 100 % de radiação.

Podemos observar na Gráfico 1, que as peças que ficaram mais expostas à radiação tiveram um aumento da variação entre a coordenada no eixo colorimétrico L da superfície riscada e a superfície original.

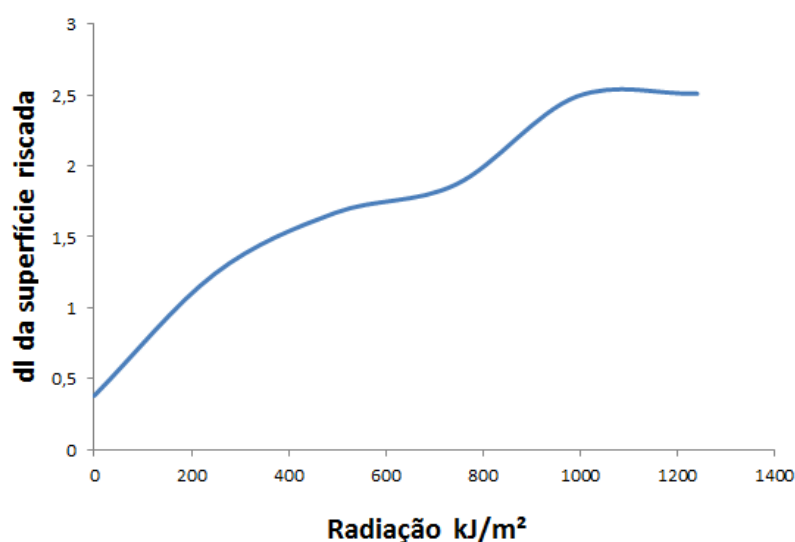


Gráfico 1 – Aumento do dl ao longo da exposição da radiação das superfícies riscadas.

## 2.5 Avaliação visual

A avaliação visual pessoal não poderia ser descartada, pois é através da percepção das pessoas que passa muito tempo no interior de um veículo que irão identificar riscos que prejudicam a sua aparência das superfícies das peças que estão em seu campo de visão.

Esta avaliação foi elaborada por dez pessoas comuns, sendo que elas não são ligadas tecnicamente com controle de qualidade com finalidade obter a opinião pessoal sobre os níveis de esbranquecimento das amostras riscadas que ficaram mais expostas à radiação UV (amostras F) em relação com a amostra riscada que não teve radiação (amostras A), ficando neste caso como amostra padrão. Podemos observar na Tabela 8, que houve uma percepção pessoal no esbranquecimento maior das nas peças riscadas e envelhecidas comparadas com a com a amostra riscada que não teve ação do intemperismo.

As superfícies avaliadas estavam isentas de imperfeições, marca de fluxo, saliências ou buracos que poderiam interferir na avaliação visual e a avaliação elaborada em ambiente com condições de visualização seguido em uma prática recomendada para as fontes de luz e intensidade.

Para interpretar os sentidos dos avaliadores foram discriminados:

- Nível 1 - Imperceptível identificar riscos nas amostras.
- Nível 2 - Imperceptível identificar diferenças entre as amostras.
- Nível 3 - Amostras com risco perceptível, porém muito fraco.
- Nível 4 - Amostras com risco muito próximo da amostra padrão.
- Nível 5 - Amostras com risco levemente mais esbranquiçadas da amostra padrão.
- Nível 6 - Amostras com risco muito esbranquiçadas do que a amostra padrão.
- Nível 7 - Amostras com risco muito esbranquiçadas com plena reprovação na aparência.

Avaliadores	Amostras riscadas que ficaram mais expostas ao intemperismo						
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7
1						X	
2							X
3					X		
4						X	
5							X
6							
7							X
8						X	
9						X	
10							X

Tabela 8 – Nível de esbranquecimento da amostras riscadas que ficaram mais expostas à radiação e comparadas com a amostra riscada que não teve ação do intemperismo (amostras F x amostras A).

## 2.6 Microscopia Ótica (MO)

Para a realização da análise MO, foi utilizado um microscópio ótico marca Wild Heerbrugg, modelo M7 S, com aumento de 50 vezes. Foram selecionadas para analisar a superfície que ficaram mais exposta à radiação (amostras F) conforme figura 4 e a superfície que não sofreu radiação (amostras A) conforme figura 5, ambas após serem riscadas, foram posicionadas no aparelho com o intuito de estudar possível diferença na cor do sulco entre as superfícies, as imagens foram indicadas abaixo.

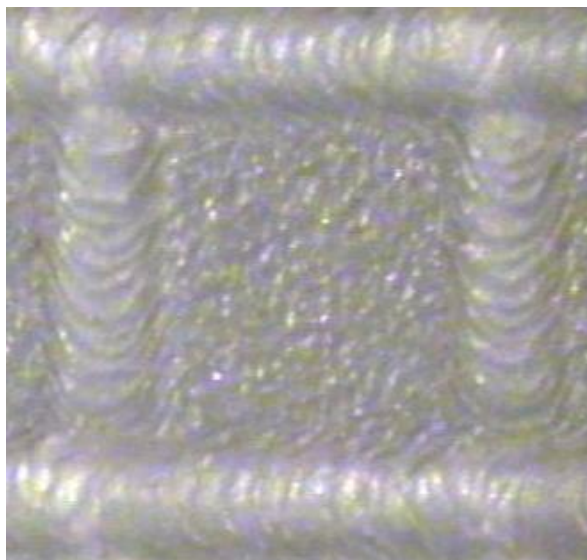


Figura 4. Imagem ampliada 50 vezes da superfície riscada da amostra F, que ficaram com mais exposição à radiação.

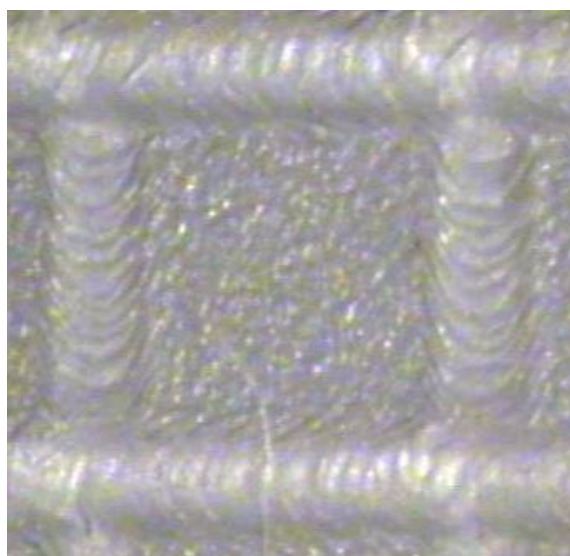


Figura 5. Imagem ampliada 50 vezes da superfície riscada da amostra A, que não tiveram radiação.

### **3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **3.1 Leitura Colorimétrica**

Os resultados obtidos da Leitura Colorimétrica mostraram que as “Superfícies” que ficaram mais expostas ao intemperismo, apresentaram um valor de  $dL^*$  maior quando comparado ao resultado obtido para a “Superfície” que não sofreu ação de intemperismo.

Quanto maior é a diferença de  $dL^*$ , maior é a diferença entre a condição original (sem risco) e a riscada. Em ambos os casos, os valores obtidos de  $dL^*$  são positivos (+ 1,24 e + 2,51) o que indica que as amostras riscadas com intemperismo tendem à cor branca, ou seja, ficaram mais esbranquiçadas em relação à condição original.

### 3.2 Avaliação visual

Os resultados obtidos pelos avaliadores mostram que houve uma percepção pessoal no esbranquecimento das amostras riscadas que ficaram mais expostas à radiação do que as amostras riscadas que não sofreram radiação.

### 3.3 Microscopia Ótica

As imagens obtidas pela microscopia não mostraram diferença entre superfícies com e sem intemperismo.

## 4 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados da Leitura Colorimétrica e a avaliação visual, foi possível concluir que quanto maior for o período de exposição da superfície ao intemperismo de uma peça plástica de acabamento interno de automóvel, menor será sua resistência ao risco, tornando o risco mais perceptível ao usuário do veículo.

### *Agradecimentos*

A autora agradece ao Professor e orientador Marcos Rogério de Souza pela ajuda e suporte nas elucidações e discussões sobre este trabalho.

## 5 REFERÊNCIAS

CHIVATANASOONTORN, V. *et al.* *Influence of Surface Texture on Scratch Behaviours of Injection Molded Plastics*. In: ANUAL TECHNICAL CONFERENCE from Society of Plastic Engineers, 2010. Orlando: ANTAC, 2010.

HOSSAIN, M. M. *et al.* *Effect of constitutive behaviour on scratch visibility resistance of polymers – A finite element method parametric study*. Texas: Elsevier, 2011.

KOCH, T. *et al.* *Evaluation of scratch resistance in multiphase PP blends*. Austria: Elsevier, 2007.

WONG, M. *et al.* *A new test methodology for evaluating scratch resistance of polymers*. Texas: Elsevier, 2003.