



| 6 | 7 | 8 | 9 | A B R I L

HORÁRIOS  
Feira: 12 às 20h – ENTRADA FRANCA  
Congresso: 9 às 17h30

[Apresentação](#)

[Programação](#)

[Busca](#)

[Programação](#)

Patrocinadores:



ipt



**Bioplásticos à base de amido lipofílico e glicerina obtidos por processo de extrusão termoplástica**

**Carlos Wanderlei Piler de Carvalho**

**Farayde Matta Fakhouri**

**José Luis Ramírez Ascheri**

**Cristina Yoshie Takeiti**

*Embrapa Agroindústria de Alimentos*

**Ana Paula Bilck**

**Fábio Yamashita**

*Universidade Estadual de Londrina (UEL)*

**Lúcia Helena Innocentini Mei**

*Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)*

## **Resumo**

A demanda por alimentos de alta qualidade e preocupações em relação ao descarte de materiais não renováveis de embalagem para alimentos conduzem à busca de alternativas para embalagens tradicionais como a utilização de bioplásticos. Por serem biodegradáveis estes são uma alternativa à materiais sintéticos. O amido é um polissacarídeo que possui propriedades termoplásticas e é produzido amplamente no mercado nacional. Neste trabalho, foram desenvolvidos filmes compostos flexíveis à base de amido plastificados com glicerol bruto, produzidos pelo processo de extrusão termoplástica seguida de sopro ou prensa. Os pellets de amido e glicerol foram obtidos em uma extrusora dupla rosca e posteriormente foram soprados ou prensados. Os bioplásticos soprados foram caracterizados quanto às propriedades mecânicas (resistência à tração e alongação), físicas (espessura), morfológicas (microscopia de varredura) e difratometria de raio x. Os bioplásticos flexíveis puderam ser soprados, apesar de não apresentar uma grande expansão durante a etapa do sopro e foram visualmente homogêneos, não se apresentando quebradiços após o acondicionamento. Os biofilmes apresentaram uma estrutura amorfa, sem picos cristalinos e sua microscopia mostrou uma superfície homogênea mas rugosa o que pode ter comprometido suas propriedades mecânicas.

## **1 – Introdução**

Nas últimas duas décadas, muitos trabalhos foram apresentados na literatura científica na forma de patentes, utilizando filmes comestíveis para aumentar a vida-de-prateleira e melhorar a qualidade de alimentos frescos, congelados e processados. Vários polissacarídeos, proteínas e lipídios foram utilizados de forma singular ou combinados para produzir filmes compostos (Kester, Fennema, 1986).

Para a elaboração de bioplásticos, são necessários alguns componentes com finalidade específica, sendo os principais um biopolímero capaz de formar o filme e um plastificante (CUQ et al., 1997). Segundo Guilbert (1986), pelo menos um dos constituintes de filmes comestíveis deve ser uma macromolécula capaz de formar uma matriz contínua e de alta coesão. As macromoléculas mais utilizadas são as proteínas (colágeno, glúten e zeína) e os polissacarídeos (alginato, pectina, amido e celulose) (Kester, Fennema, 1986). Uma combinação desses materiais também pode ser utilizada (Donhowe, Fennema, 1992). Entre os polímeros naturais, o amido tem sido amplamente utilizado em estudos sobre embalagens biodegradáveis, já que é encontrado em abundância, possui baixo custo e comportamento termoplástico (Mali et al., 2005).

Os filmes plásticos são utilizados em larga escala para embalar alimentos, sendo que sua utilização está condicionada às suas propriedades mecânicas e de barreira. Sua ampla utilização relaciona-se com suas vantagens em relação a outros materiais. Plásticos são química e mecanicamente resistentes, são leves e podem ser termossoldados ou impressos (Costa, 2008). Estes, porém, não são biodegradáveis, o que gera um impacto ambiental e segundo Tharantan, 2003, seu uso deveria ser restrito para diminuir problemas ecológicos.

Uma das alternativas a esse problema é a produção de filmes comestíveis ou biodegradáveis obtidos a partir de fontes renováveis. Segundo Hernandez-Izquierdo, Krochta, 2008, os filmes comestíveis podem ser divididos em quatro categorias: i) biopolímeros a base de hidrocolóides (incluem as proteínas e os polissacarídeos, como a gelatina e o amido), ii) lipídios, iii) resinas e iv) compostos (que geralmente incluem na sua formulação lipídios e hidrocolóides, na forma de dupla camada ou emulsão).

O objetivo deste trabalho foi produzir, através do processo de extrusão termoplástica, bioplásticos simples a base de amido e glicerol bruto e avaliar suas propriedades.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 – Material**

Neste trabalho, foram utilizadas as seguintes matérias-primas para a produção dos bioplásticos:

- Amido de mandioca (polvilho doce), Yoki Alimentos S.A. (São Bernardo do Campo, SP)
- Glicerina comercial semi purificada.

### **2.2 – Elaboração dos bioplásticos**

Para a obtenção dos pellets foi utilizada uma extrusora dupla rosca marca Clextral, com 10 zonas de aquecimento. As condições do processamento para os pellets compostos de amido e glicerol foram 6 kg/h de vazão, velocidade da rosca de 150 rpm, velocidade de pelletização de 19,6 rpm e vazão de 1,5 kh de plastificante. O plastificante foi composto de 70% de glicerol bruto e 30% de água. A temperatura utilizada foi de 110°C, podendo durante o processamento ter variado até 120°C. Para a obtenção do filme flexível, os pellets obtidos foram soprados em uma extrusora marca BGM (modelo EL-25, São Paulo, Brasil). Este equipamento é composto por rosca com diâmetro de 250 mm; quatro zonas de aquecimento; sistema com ar interno para formação do balão e anel de ar externo para resfriamento, formando filmes com diâmetro de 150 a 300 mm que são enrolados em duas bobinas de acionamento pneumático.

As condições para obtenção dos balões foram: rotação da rosca: 35 rpm, temperatura da primeira zona de aquecimento: 120°C, da segunda zona de aquecimento: 120°C, da terceira zona

de aquecimento: 120°C, da quarta zona de aquecimento: 130°C e a temperatura no molde acoplado para obtenção do balão: 130°C.

Os pellets também foram prensados em uma prensa (marca da prensa). A prensa foi ajustada para uma temperatura de 95°C (tanto na parte superior quanto na inferior), a força utilizada foi de 5 t e o tempo para a elaboração do filme prensado foi de 1 minuto.

### **2.3 – Caracterização dos bioplásticos**

#### *2.3.1 – Aspecto visual*

Foram realizadas análises visuais e táteis, visando a aproveitar somente os bioplásticos homogêneos (com coloração uniforme e que não apresentaram partículas aparentes de gelatina ou ácido graxo) e flexíveis (facilidade de manuseio, não apresentando rupturas ou zonas quebradiças).

#### *2.3.2 – Espessura do bioplástico*

A espessura dos bioplásticos foi determinada com a utilização de um micrômetro (Modelo MDC-25M, Mitutoyo, MFG, Japan), representando a média de 10 medidas aleatórias em diferentes partes do filme. Essa medida foi obtida após o acondicionamento dos filmes por 48 horas, a temperatura de 25°C e 50% URE.

#### *2.3.3 – Propriedades mecânicas*

A resistência à tração e a porcentagem de alongação na ruptura foram determinadas utilizando um texturômetro TA-XT2 Texture Analyser (SMS, Surrey, UK), operado de acordo com o método padrão ASTM D 882-83, com separação inicial das garras e velocidade do “probe” de 50 mm e 1 mm/s, respectivamente. Os filmes foram recortados em retângulos de 100 mm de comprimento e 25 mm de largura. A força máxima e a extensão no ponto de ruptura foram determinadas. A resistência à tração foi calculada dividindo-se a força máxima pela área seccional do filme (largura do filme x espessura). Dividindo-se os valores de extensão pela separação inicial das garras (50 mm) e multiplicando-se por 100, foi obtida a porcentagem de alongação na ruptura.

#### *2.3.4 – Difractometria de raio x*

Os difratogramas serão obtidos utilizando-se um difratômetro de Raios-X, modelo X'Pert, marca Philips, condições de análise: Voltagem e corrente: 40 kV e 40 mA, Faixa de varredura: 2theta de 5 a 30°, passo: 0,1° velocidade: 1°/min, dotado de monocromador de feixe secundário de grafite e a variação dos tamanhos dos cristais será determinada utilizando-se o PC. APD. Diffraction Software. As amostras serão armazenadas a 25°C temperatura ambiente e 50% de umidade relativa.

#### *2.3.5 – Morfologia dos filmes*

A morfologia da superfície dos filmes foi observada utilizando-se um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), modelo Leo 440i, marca LEO operado a 10 kV e 50 pA. Antes dos testes as amostras foram cobertas com uma fina camada de ouro para a condução térmica.

## **3 – Resultados e discussão**

Os bioplásticos soprados apresentaram pouca expansão durante a etapa de sopro. Os bioplásticos foram visualmente homogêneos, esbranquiçados e sem rupturas, apresentando partículas levemente amarelas vistas a olho nu.

As partes iniciais e finais do balão soprados foram descartadas para uma maior homogeneização da espessura dos bioplásticos. Thunwall, et al, 2008 estudando filmes extrudados de amido de batata nativo e modificado, plastificados com glicerol, obteve balões satisfatórios desde que exista uma combinação apropriada de amido, glicerol e conteúdo de

umidade da amostra. Os autores, concluíram também que é mais fácil obter filmes extrudados de amido modificado de batata do que do amido nativo.



Figura 1 – Imagem fotográfica do biofilme extrudado de amido e glicerol em extrusora de sopro

As espessuras médias encontradas neste estudo foram maiores que as encontradas por Thunwall, et al, 2008, em biofilmes extrudados de amido de batata modificado, 22% de glicerol e 9% de água. As espessuras encontradas por esse autor variaram de 0.10 a 0.15 mm.

Os valores de resistência à tração observados para os filmes de amido e glicerol foram semelhantes aos valores encontrados por Padua e Wang (2003), que avaliaram filmes de zeína plastificados com ácido oléico onde a resistência a tração variou de 3,1 a 7,1 MPa. Os valores encontrados neste estudo, porém foram menores aos encontrados por Thunwall et al, 2008, para biofilmes de amido de batata modificado plastificado com 22% de glicerol, para esse bioplástico o valor da resistência variou entre 10-12 MPa para o sentido longitudinal (sentido do balão) e entre 7, 0 e 8,0 MPa para o sentido transversal.

Tabela 1 – Espessura e propriedades mecânicas dos bioplásticos.

Espessura (mm)	0,721
Resistência a tração (MPa)	7,645
Elongação (%)	27,25

Em relação à elongação, os mesmos autores observaram valores de 120 a 50% para os biofilmes, esses valores foram maiores que os encontrados aqui para os biofilmes de amido e glicerol, onde a elongação chegou a 27%.

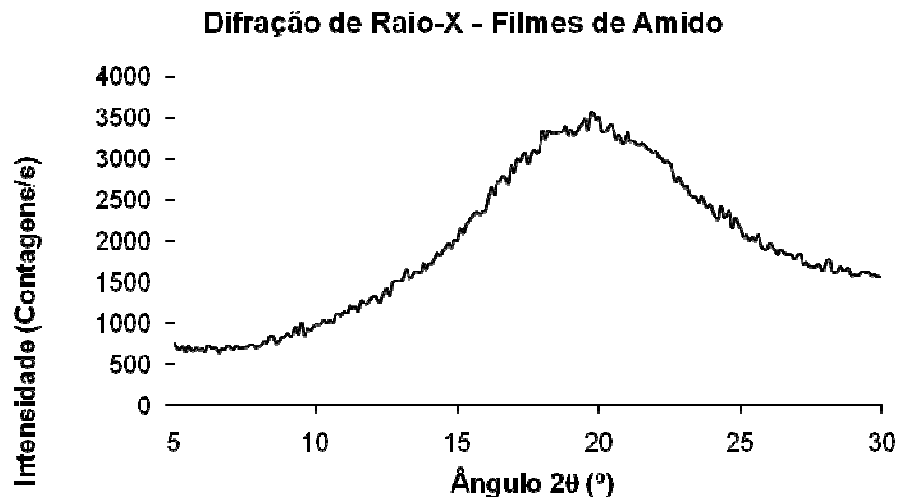


Figura 2 – Difratoograma do biofilme extrudado de amido e glicerol em extrusora de sopro

No difratograma do filme, apresentado na figura 2, não se observa picos bem definidos, sendo possível observar apenas algumas deformações pouco intensas (figura 2) nas regiões de  $2\theta$  aproximadamente igual a  $20^\circ$ .

As micrografias dos bioplásticos soprados (figura 3) mostram uma superfície rugosa, o que pode comprometer sua resistência à tração, essa rugosidade na superfície também foi observada por Fakhouri, 2009, em bioplásticos de amido modificado e gelatina, plastificados com glicerol. Sakanaka (2007) também observou uma superfície irregular, com a indicação da direção na qual o filme foi processado, em filmes elaborados com amido de mandioca e polibutileno succinato co-adipato (PBSA).

Apesar do biofilme ter apresentado alguma rugosidade na superfície, ele se mostrou homogêneo e sem a presença de estrutura de amido granular, o que é um indicativo que nas condições do processamento o amido foi completamente modificado, pela ação do cisalhamento, temperatura e plastificante, dando a impressão de uma matriz coesa. Esse fato foi evidenciado pelo perfil de cristalinidade dos filmes, ou seja, um perfil de material amorfo.

Pela figura 3 pode-se visualizar o sentido da extrusão do bioplástico, fato também relatado por Sakanaka (2007) e Fakhouri (2009). Costa (2008) obteve num estudo sobre filmes extrudados à base de amido termoplástico e PBAT (polibutileno adipato-co-tereftalato), micrografias de diferentes concentrações de amido termoplástico e PBTA. Segundo este autor, a superfície do filme de amido termoplástico puro, apesar de ter sido um pouco danificada pelo feixe de elétrons devido a sua fragilidade, foi mais homogênea do que as das blendas.

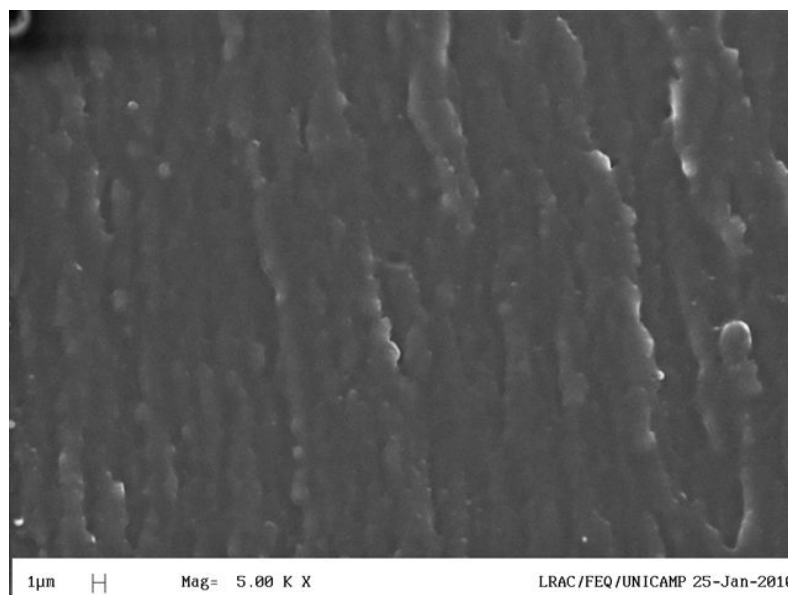


Figura 3 – Imagem obtidas por microscopia eletrônica de varredura da superfície dos filmes de amido extrudados e soprados 5000x

#### 4 – Conclusão

A produção de filmes flexíveis compostos à base de amido plastificados com glicerol bruto, pelo processo de extrusão termoplástica seguida de sopro é viável.

Os biofilmes não se apresentaram quebradiços após o condicionamento, mostrando que, para essa mistura e nas condições de processamento estudadas, o glicerol bruto foi efetivo como plastificante.

Os bioplásticos apresentaram uma grande porcentagem de alongação, porém uma baixa resistência a tração, fato que pode ser explicado pela rugosidade encontrada na superfície do material. A micrografia mostrou também uma superfície homogênea, sem presença de grânulos de amido. Os biofilmes não apresentaram região cristalina.

#### 5 – Referências bibliográficas

- 1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Method D 882-83: Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting. In: Annual Book of ASTM Standards. Conshohocken, PA, 1980.
- 2] COSTA, D.L.M.G. Produção por extrusão de filmes de alto teor de amido termoplástico de mandioca com poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT). Londrina, 2008. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina.
- 3] CUQ, B., GONTARD, N., GUILBERT, S. Thermoplastic properties of fish myofibrillar proteins: application to biopackaging fabrication. *Polymer*, 38: 4071-4078, 1997.
- 4] DONHOWE, I. G., FENNEMA, O. The effect of relative humidity on water vapor permeance of lipid-hydrocolloid bilayer films. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 1081-1087, 1992.
- 5] FAKHOURI F. M. Bioplásticos flexíveis e biodegradáveis a base de amido e gelatina. Tese de doutorado, FEA- UNICAMP 2009. (Orientadora: Profa. Dra. Fernanda P. Collares-Queiroz, Co-orientadora Profa. Dra. Lúcia Mei).
- 6] GONTARD, N., DUCHEZ, C., CUQ, J. L., GUILBERT, S. Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapor permeability and other physical properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 29: 39-50, 1994.
- 7] GUILBERT, S. Technology and application of edibles films. In: M. Mathlouthi, *Food Packaging and Preservation*, Elsevier Applied Science Publishers, N.Y., p 371-394, 1986.



- 8] HERNANDEZ-IZQUIERDO, V.M.; KROCHTA, J.M. Thermoplastic processing of proteins for film formation - A review. *Journal of Food Science*, 73(2): R30-R39 (2008).
- 9] KESTER, J. J., FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, 40: 47-59, 1986.
- 10] MALI, S., GROSSMANN, M.V.E., GARCIA, M.A., MARTINO, M.N., ZARIPZKY, N. E. Barrier, Mechanical and Optical Properties of plasticized yam starch films, *Carbohydrate Polymers*, vol 56, n 2, pp 129-135, 2004.
- 11] SAKANAKA, L.S. Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutileno succinato co-adipato (PBSA). Londrina, 2007. Tese de doutorado (Doutorado em Ciência de alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Orientador: Prof. Dr. Fabio Yamashita
- 12] THARANATHAN, R.N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14 (3) 71-81, 2003.
- 13] THUNWAAL, M., KUTHANOVÁ, V., BOLDIZAR, RIGDAHL, M. Film blowing of thermoplastic starch, *Carbohydrate polymers* , 71, 4, 583-590 , 2008.
- 14 WANG, Y., PADUA, G. W., Tensile Properties of extruded zein sheets and extrusion blown films. *Macromol. Mater. Eng.* , 288, 886-893 , 2003.

## **Autores**

**Carlos Wanderlei Piler de Carvalho**  
**Farayde Matta Fakhouri**  
**José Luis Ramírez Ascheri**  
**Cristina Yoshie Takeiti**

**cwpiler@ctaa.embrapa.br**  
**farayde@yahoo.com.br**  
**ascheri@ctaa.embrapa.br**  
**cristina@ctaa.embrapa.br**

Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Av. das Américas, 29.501 – Guaratiba  
23020-470 Rio de Janeiro, RJ

**Ana Paula Bilck**  
**Fábio Yamashita**  
Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Estadual de Londrina (UEL)  
Londrina, PR

**ap.bilck@gmail.com**  
**fabioy@uel.br**

**Lúcia Helena Innocentini Mei**  
Departamento de Tecnologia de Polímeros  
Faculdade de Engenharia Química  
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)  
Campinas, SP

**lumei@feq.unicamp.br**

## 06 DE ABRIL – AUDITÓRIO 1

Manhã

## Compósitos

<b>9h00</b>	<b>Desafios para a inovação tecnológica no Brasil: o caso do desenvolvimento de estruturas leves com materiais compósitos</b> João Fernando Gomes de Oliveira/IPT
<b>9h45</b>	<b>Compósitos híbridos processados por injeção</b> Rafael Inácio Marcondes Fernandes/FEG/UNESP
<b>10h30</b>	Intervalo
<b>10h45</b>	<b>Desenvolvimento de PVC rígido reforçado com fibra de vidro para fabricação de produtos moldados</b> Leandro Henrique Grizzo/UFSCar
<b>11h30</b>	<b>Uso de compósito polimérico reforçado com fibras de celulose de coco verde para fabricação de luminárias alimentícias</b> Kelly Cristina Coelho de Carvalho/Unesp Guaratinguetá
<b>12h15</b>	Almoço

Tarde

## Compósitos

<b>14h00</b>	<b>Estudo do efeito do equipamento de processamento nas propriedades mecânicas e termomecânicas de compósitos PP/sisal extrudados</b> Laura Hecker de Carvalho/UFSCG
<b>14h45</b>	<b>Comparação das propriedades mecânicas de flexão entre compósitos de resina epoxídica com fibras de juta e com fibras de vidro</b> Elisabete Maria Saraiva Sanchez/Unicamp e José Santos Junior/Centro Tecnológico IDEKO
<b>15h30</b>	Intervalo
<b>16h00</b>	<b>Substituição das fibras curtas de vidro por fibras vegetais em termoplásticos reforçados</b> Marco Aurélio De Paoli/Unicamp
<b>16h45</b>	<b>Compósitos poliméricos de polietileno de alta densidade e fibras de bananeira</b> Thiago Santiago Gomes/UFRJ
<b>17h30</b>	Encerramento

## 06 DE ABRIL – AUDITÓRIO 2

Manhã

## Plásticos de Engenharia

<b>9h00</b>	<b>Reduzindo os custos de autopeças injetadas ou avanços na moldagem de plásticos de engenharia semi-cristalinos</b> Augusto Dornelles/Dupont
<b>9h45</b>	<b>Fluorpolímeros termoprocessáveis em aplicações de proteção à corrosão para a indústria química</b> José Alex P. Sant'Anna/Solvay
<b>10h30</b>	Intervalo
<b>10h45</b>	<b>Plásticos para aplicações de alto desempenho</b> Hélio Wiebeck/USP
<b>11h30</b>	<b>Estudo do efeito de compatibilizantes de argilas organofílicas em blendas imiscíveis de poliamida 6 e polietileno de baixa densidade</b> Paulo Henrique da Silva Leite Coelho/Unicamp
<b>12h15</b>	Almoço

Tarde

## Plásticos de Engenharia

<b>14h00</b>	<b>Seleção eletrônica em plásticos de engenharia no caso automotivo</b> Augusto Dornelles/Dupont
<b>14h45</b>	<b>O uso de plásticos de engenharia em banco automotivo</b> Fábio Sanches/Basf
<b>15h30</b>	Intervalo
<b>16h00</b>	<b>Falha prematura do PET por ação simultânea de stress cracking e ataque químico</b> Marcelo Silveira Rabello/UFSCG
<b>16h45</b>	<b>Avaliação do grau de gelificação de composto de PVC rígido utilizando método de ultra-som</b> Henrique Finocchio/UFSCar
<b>17h30</b>	Encerramento

## Compósitos

## 07 DE ABRIL – AUDITÓRIO 1

Manhã

Todos os direitos reservados a **Aranda Eventos 2010** | Desenvolvido por **Quality Automação de Eventos**

Produzido pela Monierer Tel/Fax 55-11-4127.6763 monierer@uol.com.br

# FEIRA E CONGRESSO PlastShow 2010

SOLUÇÕES PARA A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS

Realização:



Promoção:



Apoio:





FEIRA E CONGRESSO

**Plast Show** 2010  
V Edição

*Certificada*

Certificamos que

o Palestrante

**CARLOS WANDERLEI PILER DE CARVALHO**

participou do PlastShow 2010, de 6 a 9 de abril de 2010, no Expo Center Norte  
em São Paulo, SP.

Promoção da revista:

**PLÁSTICO**  
INDUSTRIAL

*M. Carpentieri*

**aranda**  
EVENTOS