

Duas décadas de informação e tecnologia

Hellen Souza e Antonio Augusto Gorni

Se contados em detalhes, os 20 anos de vida da revista Plástico Industrial certamente renderiam muito mais do que as páginas que seguem, porém optamos por lembrar aqui o que nos pareceu ser de maior relevância para você, que é nosso leitor e que está interessado em melhorar os seus processos para também fazer parte dessa história, colhendo resultados positivos para o seu negócio.

Concebida como um canal de comunicação essencialmente técnico entre fornecedores e os transformadores de materiais poliméricos, a revista nasceu com a vocação de vitrine para tudo o que pudesse tornar mais produtiva e competitiva essa indústria. Assim, já em sua primeira edição, em 1998, foi publicado o guia da oferta de injetoras. Surgiram assim alguns levantamentos pioneiros, como, em março de 2001, o primeiro guia de prototipagem rápida, que mais tarde viria a ser popularmente conhecida como impressão 3D. Estavam ali disponíveis tanto a conceituação dos processos existentes à época (que continuam em voga) quanto a oferta de equipamentos e serviços para o setor.

Esse compromisso se consolidou com a sucessiva elaboração de guias e levantamentos cada vez mais detalhados, visando concentrar informações e simplificar a procura de equipamentos por parte dos profissionais da indústria. Este acervo conta hoje com 98 guias, com atualizações constantes, disponíveis *on line* em nosso *site* (www.arandanet.com.br/revista/pi), podendo ser consultados a qualquer momento, assim

A revista Plástico Industrial chega este mês ao seu vigésimo ano de circulação. Ao longo desse período foram noticiados em nossas páginas os fatos mais importantes relacionados ao desenvolvimento tecnológico do setor, com ênfase em maquinário, materiais e equipamentos periféricos.



Primeira edição da PI: linha editorial pautada na oferta de equipamentos e no noticiário sobre tecnologia tendo como principais fontes as grandes feiras internacionais

como o conteúdo de cada edição da revista, desde 2011.

Bem como levar informação aos nossos leitores, sempre nos interessou também procurar entendê-los, e por isso, ao longo da trajetória da revista, temos radiografado o perfil e as expectativas dos cinco principais segmentos da transformação de resinas plásticas. Assim, os guias de transformadores (injeção, sopro, extrusão, termoformagem e rotomoldagem) têm sido

elaborados anualmente, e com uma sondagem complementar que procura detectar gargalos, opiniões, dificuldades e demandas específicas de cada um desses ramos, além de reunir detalhes sobre a capacidade do parque produtivo das empresas participantes, que respondem de forma espontânea aos questionários enviados. Todos esses guias, em suas versões atualizadas, encontram-se igualmente disponíveis *on line*.

Parte da orientação editorial adotada pela revista desde a sua concepção tem sido a publicação bianual dos inventários do parque de máquinas da indústria de plásticos. A pesquisa, realizada junto à base de dados de leitores da revista, que conta hoje com cerca de 6 mil transformadores, também tem nos proporcionado uma importante visão macro da atual capacidade técnica do segmento, bem como da sua disposição para o investimento ao longo das duas últimas décadas. A nona edição do inventário será publicada no próximo mês de outubro e trará uma inédita sondagem sobre o quanto a cadeia do plástico está familiarizada com os conceitos da chamada Indústria 4.0.

E como a revista praticamente nasceu dentro das feiras internacionais de tecnologia (a alemã K e a norte-americana NPE), que são referência para o setor até hoje, realizamos a seguir uma breve retrospectiva a partir das reportagens elaboradas a cada edição desses eventos, com o intuito de acompanhar como o segmento se atualizou ao longo das últimas duas décadas.



PP PC PA6 PSAI PEAD ABS TPV POM

REVALORIZAÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Empresa especializada em Industrialização e Comercialização de Plásticos de Engenharia.

Alta Tecnologia na industrialização dos plásticos.
Responsabilidade Social e Ambiental para um crescimento sustentável.

- Qualidade
- Compromisso
- Padronização
- Logística
- Pronta entrega
- Atendimento Nacional

Gedel
Indústria e Comércio de Plásticos Ltda.
" 26 anos gerando sustentabilidade "

Consulte nos: (19) 3438-7211 ou contato@gedelplasticos.com

RETROSPECTIVA

Movimentação no mundo dos materiais

As grandes vantagens em termos de propriedades mecânicas das poliolefinas sintetizadas mediante o uso de catalisadores de metaloceno haviam sido anunciadas com euforia na edição de 1995 da feira K. Contudo, dificuldades operacionais inesperadas dificultaram o pleno cumprimento das promessas feitas, conforme foi observado na edição seguinte desse evento, a primeira acompanhada por PI, em 1998. Ainda assim, naquela ocasião a Targor apresentou uma embalagem para CDs feita com PP metalocênico, a qual permitiu redução de 30% na espessura da parede da embalagem e uma diminuição no tempo de ciclo da ordem de 10%. Novos desenvolvimentos sobre esse tipo de resina foram surgindo ao longo dos anos, mas as perspectivas grandiosas sobre produtos revolucionários deram lugar a uma consolidação mais discreta da tecnologia. No mesmo ano foram destaques o uso de nanoargilas para melhorar as propriedades de barreira dos plásticos, assim como os compostos contendo fibras naturais.

Na área automobilística, também em 1998 já se registravam esforços no sentido de se suprimir a pintura das peças plásticas, o que poderia levar a reduções de custo nas autopeças da ordem de 60 a 75%. Um dos processos mais promissores então vistos foi o Paintless Film Molding, desenvolvido por um consórcio constituído pelas empresas BASF, Senoplast, Engel e Röhm, em que a pintura foi substituída por filme e revestimento transparente. Outras abordagens então vistas para a substituição da pintura foram o uso de decoração aplicada no

molde, apresentado pela Cannon, e corantes especiais na resina usada para moldar a peça, como o grau Xenoy, da G.E. Plastics (hoje Sabic). Já na edição de 2001 a Bayer lançou a resina Triax, uma blenda de poliamida/ABS com resistência ao calor suficiente para ser pintada e seca em linhas convencionais de pintura para peças de aço; a mesma empresa também vinha apostando em sistemas de pintura específicos para peças plásticas, os quais que exigiam menor temperatura de secagem. Na NPE de 2003 a Ube Machinery apresentou o processo Imprest, onde a peça moldada por



Inventário do parque de máquinas: em outubro, a nona edição do levantamento abordará os novos desafios para os transformadores de plásticos

injeção era pintada ainda dentro do molde, o qual se afastava um pouco após a solidificação da peça, para criar um espaço a ser ocupado pela tinta.

Ainda na edição de 1998 da feira K foram observados os primeiros exemplos do que seria designado posteriormente como “construção mista”, ou seja, peças híbridas feitas com diferentes materiais. Um dos exemplos marcantes vistos nesta oportunidade foi o suporte frontal do chassi do carro Focus, da Ford, feito com chapas de aço e poliamida reforçada com fibras de vidro, um desenvolvimento conjunto feito pelas empresas Bayer, Ford, Dynamite Nobel e Misslbeck. Esse novo conceito construtivo permitiu a redução do

peso desse componente em 40% em relação à versão original feita integralmente em aço, sem perda de seu desempenho, além de redução de 20% nos custos de produção e de 50% no investimento necessário em equipamentos. O sucesso desse conceito foi confirmado na edição seguinte da feira K, em 2001, onde foi apresentada sua utilização nos modelos Audi A6 e Volkswagen Polo. Exemplos de componentes e conjuntos com peso reduzido, baseados no conceito de construção mista, tornaram-se cada vez mais comuns nas edições de 2013 e 2016 da K.

Na edição de 2000 da NPE foi lançada, com grande destaque, a Exatec, uma associação entre a Bayer Material Science (hoje Covestro) e a GE Plastics, visando ao desenvolvimento de formulações de policarbonato para a substituição do uso do vidro em janelas e para-brisas automotivos. A redução de peso proporcionada pelo uso de plástico – da ordem de 40 a 50% em relação ao vidro – é vital para o cumprimento das metas de diminuição das emissões de gás carbônico impostas pelas legislações norte-americana e europeia. Contudo, há um grande desafio a ser resolvido, que é eliminar a baixa resistência ao riscamento e abrasão típicas dos plásticos. Apesar do grande entusiasmo reinante naquela época, que previa o lançamento comercial do novo produto em até dois anos, constata-se hoje, dezoito anos depois, que esse objetivo ainda está longe de ser plenamente alcançado. Apesar disso, a cada edição da feira K houve a apresentação da situação atual do projeto, mostrando algumas aplicações desse conceito, limitadas às janelas laterais de alguns modelos de automóvel e tetos solares de alguns carros-conceito. Note-se que a Bayer (Covestro) abandonou o projeto em 2007 para desenvolver suas próprias soluções nesta área, mas a Sabic Innovative Plastics, sucessora da GE Plastics, continuou o empreendimento.

Carros elétricos

As demandas por redução de peso são ainda mais intensas no caso dos carros elétricos, pois sua autonomia é bem menor do que os carros comuns. Isso decorre da baixa capacidade de carga e do prolongado tempo de carregamento das baterias elétricas. Um dos primeiros exemplos cooperativos para o desenvolvimento de resinas para uso em carros elétricos ocorreu já na edição 2010 da feira K. Neste caso específico, a produtora de poliolefinas Borealis/Borouge associou-se com a empresa Teamobility para o desenvolvimento de graus de polipropileno a serem usados nos painéis exteriores do carro elétrico “Teamo”. Outros projetos visando a aplicação de resinas plásticas em carros elétricos foram apresentados na edição seguinte da feira K, em 2013, como o InEco, capitaneado pelo Instituto para Construção Leve e Tecnologia de Plásticos (*Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik – ILK, tudresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_maschinenwesen/ilk*), e o i3, fabricado pela BMW.



Assento automotivo concebido para fabricação com o Ultracom, da BASF: importante avanço na construção leve de veículos

Na mesma ocasião popularizou-se o conceito de “construção leve” na indústria automotiva, com o lançamento de chapas de material termoplástico reforçado, a exemplo da Ultracom (BASF), para fabricação de componentes críticos por estampagem. O processo LIPA (de *lightweight integrated process application*, ou aplicação de processos integrados de construção leve), reuniu em torno



Compostos de WPC: mercado consolidado desde 2006

desta ideia parceiros como Arburg, George Kaufmann, Kistler e Quadrant Plastics, visando combinar a estampagem das chapas pré-moldadas com a injeção, para a fabricação de diferentes tipos de peças. Parte desse impulso veio do programa Enlight, da União Europeia, que incentivava a produção de peças leves para carros elétricos.

Se apresentam vantagens em termos de leveza, por vezes os materiais plásticos deixam a desejar em relação aos metais no que se refere à resistência térmica, quesito que mereceu as atenções da italiana Radici, desenvolvedora de resinas. A empresa apresentou na K 2016 uma nova família de polifitalamidas (PPAs), cujo grande atrativo é suportar altas temperaturas, especialmente as predominantes no interior de motores automotivos, sendo por isso indicadas para a fabricação de componentes do sistemas de admissão e peças para contato com ar quente ou fluidos de arrefecimento.

Aditivos viabilizam os compostos WPC

A grande aceitação pelo mercado de formulações poliméricas com altas frações de serragem - os chamados WPC, de *wood-plastic compounds* -, usadas em aplicações externas como, por exemplo, deques de piscinas e

nas propriedades das resinas usadas em aplicações de iluminação. As temperaturas típicas reinantes nesse ambiente caíram em decorrência da maior eficiência do LED na conversão de eletricidade em luz. Logo, as resinas usadas com LED não mais precisam ter uma resistência ao calor tão alta como a que era necessária no caso de

lâmpadas incandescentes ou mesmo fluorescentes. Além disso, a condutividade térmica das resinas usadas, apesar de baixa, já se torna suficiente para dissipar o pouco calor gerado pelo LED, ainda que essa função seja vital para garantir o bom funcionamento do dispositivo. E mais: uma vez que o consumo elétrico dos LEDs é baixo, é possível substituir os fios metálicos usados em sua alimentação por



Iluminação LED: tecnologia dos materiais plásticos plenamente disponível desde 2007

resinas apresentando condutividade elétrica melhorada. Além de reduzir custos e peso, o uso de plástico condutor pode flexibilizar o *design* dos dispositivos para iluminação feitos com LEDs. Esses maiores níveis de condutividade térmica e elétrica requerem o uso de aditivos específicos para serem conseguidos, conforme foi observado nas feiras K seguintes.

Aditivos anti-falsificação

Infelizmente a falta de ética é um problema global e é responsável pela inundação de produtos falsificados mundo afora. Uma solução para esse problema, apresentada na edição 2013 da feira K, está no uso de aditivos com características químicas ou físicas bem específicas (ainda que sigilosas), o qual permite a detecção confiável de produtos falsificados. A Grafe Advanced Polymers (www.grafe.com), PolyOne (www.polyone.com) e PolySecure (www.polysecure.eu) apresentaram naquela oportunidade suas soluções para esse problema.

painéis automotivos, fez com que a Struktol lançasse na edição 2006 da NPE uma série de aditivos com o objetivo de garantir a dispersão e homogeneização da mistura entre a resina plástica e a madeira em pó, bem como a lubrificação da matriz de extrusão e o aumento da resistência mecânica da interface entre o polímero e a madeira. Os compostos de madeira e plástico continuaram a ter aceitação crescente no mercado, substituindo com vantagens a madeira natural. Na mesma edição do evento, muitos fabricantes de extrusoras lançaram seus modelos destinados ao processamento do material, hoje consolidado na fabricação de diversos produtos.

A iluminação LED apoiada nos plásticos

A disseminação da iluminação usando diodos emissores de luz (LED) começou a ser citada já na edição 2007 da feira K e tornou-se um tema recorrente nas edições seguintes dessa feira. Esse advento provocou alterações



Resinas com qualidade ISO 9001

Produzimos matéria prima de qualidade, garantindo a satisfação de nossos clientes, por meio de melhoria contínua no processo de produção, assim como, qualificar nossos colaboradores para atender à todos os requisitos técnicos.

ABS/PC

ABS

PC

POM

PBT

Poliamida 6 e 6.6

Composto de PP



Diadema, SP

comercial@trigopol.com.br
trigopol@trigopol.com.br

(11) 4055.3711
(11) 4055.3724

www.trigopol.com.br

Superfícies inteligentes

Na edição de 2003 da K, a Bayer (Covestro) apresentou as primeiras aplicações para as assim chamadas superfícies inteligentes, as quais podem emitir luz de forma direta por eletroluminescência. Esta aplicação foi concebida, em princípio, para uso em painéis automotivos. Esse dispositivo luminoso é constituído por um filme composto por várias camadas de policarbonato contendo pigmentos encapsulados especiais, o qual é sobremoldado no painel de instrumentos do automóvel. Além de proporcionar grande liberdade de *design*, a montagem do painel é muito facilitada, pois possui luminosidade própria, dispensando a instalação de lâmpadas ou LEDs.

Nanotecnologia

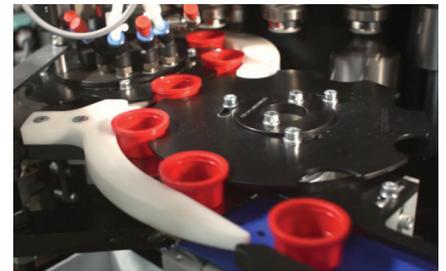
A edição 1998 da K já registrou a presença das primeiras aplicações de nanotecnologia em plásticos, como um filme de PA 6 com melhores propriedades de barreira desenvolvido pela Bayer. Ele continha partículas de silicato uniformemente distribuídas no plástico, formando plaquetas com espessura de um nanometro, cuja função era dificultar a difusão de gases através da espessura do filme, já que sua trajetória passava a ser muito tortuosa. O principal objetivo desse desenvolvimento era aumentar o tempo de prateleira de garrafas contendo bebidas carbonatadas.

Os equipamentos

Desde que iniciadas as coberturas das feiras, a equipe da PI teve oportunidade de presenciar o lançamento de máquinas voltadas à resolução de impasses produtivos, ao aumento da competitividade dos negócios e a tornar viável a fabricação de novos projetos. A microinjeção, por exemplo, acompanhou o desenvolvimento da indústria de eletroeletrônicos, com a

possibilidade de miniaturizar componentes produzidos em larga escala. O mesmo ocorreu com a injeção de paredes finas, que tanto serviu à indústria de embalagens, ao competir com a termoformação, quanto revolucionou a produção de carcaças para *smartphones* e *tablets* em materiais de engenharia.

Associada à injeção de paredes finas, a decoração no interior do molde, divulgada tanto na feira K de 2001 quanto em suas edições subsequentes, permitiu que grandes fabricantes de embalagens passassem a fornecer para seus clientes itens prontos já rotulados para o envase de produtos. E na área automobilística, essa mesma técnica tornou possível uma série enorme de variações estéticas de



O veloz processo de moldagem contínua por compressão da italiana Sacmi sofreu adaptações nos últimos anos e agora está disponível para a fabricação de cápsulas de café para máquinas domésticas, cada vez mais populares

peças para o interior de automóveis. Mais adiante, na K 2003, passaram a ser executadas no interior do molde mais etapas da manufatura, tais como soldagem, cunhagem, articulação e montagem de componentes. Na extrusão de tubos, ganhou destaque a possibilidade de alteração do diâmetro de tubos sem interrupção do processo. A reação dos fabricantes de termoformadoras seria registrada na NPE de 2006, em que muitos deles apresentaram modelos de alta produtividade para fazer frente às injetoras que avançavam na área de fabricação de embalagens, com o forte apelo da alta produtividade.

Também demonstrando uma capacidade produtiva espantosa, as máquinas para moldagem de tampas por

compressão, desenvolvidas pela italiana Sacmi, sempre estiveram presentes nas feiras, com diferentes recursos a cada nova edição. Em 2012 a empresa apresentaria a adaptação desse tipo de equipamento para a produção de frascos soprados e, mais adiante, para a produção de cápsulas para máquinas de café domésticas, mercado em franco crescimento. Na última edição da feira K, em 2016, a empresa batia seu próprio recorde ao demonstrar equipamentos capazes de produzir 1.000 tampas por minuto, usando conjuntos de moldes de 24 cavidades, e com a possibilidade de decoração digital dos itens.

No final dos anos 90 já se verificava a divulgação dos primeiros testes com garrafas PET no envase de cerveja, mas apesar de todas as tentativas e testes, poucos desses projetos ganharam escala, esbarrando em propriedades de

barreira do material, que dificultavam a conservação do produto. No setor de filmes plásticos, a competição se dava no quesito “número de camadas” possíveis, com alguns fabricantes de máquinas atingindo 11 delas.

Já o processo MuCell, desenvolvido em 1995 por pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e licenciado com exclusividade para a norte-americana Trexel, popularizou-se a partir da edição de 2000 da NPE, quando passou a ser licenciado também para fabricantes de injetoras. Baseado na microespumação do material injetado, na fase de empacotamento, ele tornou possível a produção de itens mais leves e a economia de material.

Na K 2004, a área de controle da qualidade ganhou impulso como notório progresso dos mecanismos de inspeção. Sistemas de visão aplicados

em linhas de fabricação de pré-formas e o uso de redes neurais no controle da pressão no interior dos moldes mereceram especial atenção.

Na área de termoformação, tanques de combustível obtidos pelo processo *twin-sheet* foram exibidos em 2004 como alternativa à fabricação por processos similares. Na mesma ocasião foi apresentada pela alemã Rikutec a maior extrusora-sopradora já registrada até então, com um cabeçote acumulador de 400 litros e capacidade para a produção de peças sopradas de até 350 kg.

Entre os anos de 2007 e 2010, quando ocorreu nova edição da feira K, desenvolveram-se sistemas de controle unificado para periféricos e injetoras, os quais são hoje considerados fundamentos da indústria 4.0. Impulsionada pela necessidade de troca tubulações nos países europeus

e pela demanda por sistemas de saneamento no Oriente Médio, fabricantes de extrusoras de grande porte investiram pesado no lançamento de máquinas para fabricação de tubos poliolefínicos de grande diâmetro., enquanto a expansão das aplicações médicas dava o tom do desenvolvimento no setor de injeção, com o lançamento de muitos modelos 100% elétricos, ultra-precisos e com sistemas de refrigeração e controle refinados, para o trabalho em sala limpa.

Na NPE de 2012 foi visível a preocupação com o consumo de energia, que levou alguns fabricantes a incorporarem aos seus modelos de máquinas o chamado sistema de freio regenerativo (KERS, de *kinetic energy recovery systems*), baseado na conversão da energia cinética residual decorrente da desaceleração de movimentos em energia elétrica, a qual é retroalimentada no equipamento. Fabricantes como Wittmann-Battenfeld, Engel e Arburg adotaram o sistema praticamente como um padrão para seu maquinário, sobretudo para os modelos 100% elétricos. O avanço da incorporação de sistemas robóticos também marcou essa edição do evento.

Manufatura aditiva

Este processo, anteriormente conhecido como prototipagem rápida,



Apresentação performática marcou o lançamento da FreeFormer, da Arburg, na K 2013: a manufatura aditiva chegava ao ambiente industrial

é um velho conhecido da PI, tendo sido divulgado na forma de guia já na edição de março de 2001. Como seu antigo nome indica, nessa época o processo só era aplicado na confecção de protótipos, pois ainda era experimental e voltada para pequena escala. Contudo, a edição 2013 da K sinalizou a implantação desse processo numa escala maior, com o lançamento da máquina Freeformer da Arburg para a confecção de peças plásticas por manufatura aditiva (ou impressão

tridimensional). A edição seguinte da feira, em 2016, revelou que os desenvolvimentos nessa área continuam a todo vapor, assim como a integração dos equipamentos para consolidação do conceito de Indústria 4.0.

Sustentabilidade

O tema da reciclagem de plásticos vem sendo obsessivamente tratado nas feiras, desde a edição de 1998 da K – mas, como se pode observar atualmente, esse esforço não foi suficiente para evitar que o plástico

recebesse a pecha de vilão ambiental. Contudo, isso se deve mais à falta de conscientização das empresas e da população em geral do que à falta de tecnologia para tornar o plástico ecologicamente sustentável. Por sinal, o dramático acúmulo de rejeitos que vem ocorrendo nos chamados pontos mortos dos oceanos já havia sido reportado por PI na cobertura da edição 2012 da NPE, quando já se formava a cultura para surgimento de novos plásticos de origem biológica.

Bioplásticos

As altas cotações do petróleo reinantes em 2007 e a pressão da opinião pública por plásticos ecologicamente amigáveis fizeram com que a feira K ocorrida naquele ano se caracterizasse pela apresentação de várias iniciativas visando aumentar a sustentabilidade do plástico – como, por exemplo, a síntese de resinas a partir de matérias primas naturais, ou bio-resinas. O exemplo mais citado naquela ocasião foi o polilactídeo (PLA), com diversos fabricantes oferecendo novos produtos baseados nesse polímero, juntamente com outros tipos de resina sintetizados a partir de amido de batata ou de milho. Outro exemplo que, na verdade, era bastante antigo, mas foi ressuscitado pela onda verde, foi o PE sintetizado a partir do etanol, conceito inicialmente criado pela Union Carbide em sua planta de Cubatão e retomado pela Braskem. O projeto evoluiu e teve como resultado o desenvolvimento da linha de polietilenos de nome comercial I'm green, um selo que identifica o material de origem renovável no Brasil e no exterior. Este ano a empresa lançou oficialmente um copolímero de etileno acetato de vinila (EVA) obtido por meio de poliadição, o qual complementará a sua linha “verde”.

Também os fabricantes de aditivos e cargas para formulações poliméricas acompanharam essa tendência e deram destaque a produtos obtidos a partir de matérias-primas naturais, bem como a aditivos específicos para uso com bio-resinas.

Na edição 2010 da K foi anunciado um projeto revolucionário, desenvolvido pela Bayer MaterialScience em conjunto com a RWE Power e a Siemens, com o objetivo de transformar o gás carbônico presente na atmosfera em matéria-prima para a indústria química, incluindo-se aí monômeros para a síntese de plásticos. A energia necessária para esse processo viria das sobras provenientes

dos parques eólicos e placas fotovoltaicas nos momentos em que não houvesse demanda. Seria um feito espetacular não só consumir o vilão do efeito estufa, como ainda produzir matérias-primas de grande valor. Contudo, é necessário enfrentar um grande desafio, ou seja, o fato de que o gás carbônico é uma das substâncias mais estáveis que existem, implicando no fato de que sua transformação em outras substâncias requer o uso de catalisadores adequados e muita energia. Os esforços investidos nessa iniciativa continuaram sendo apresentados nas edições seguintes da feira K. Também a edição de 2010 notabilizou-se pela apresentação de diversas novidades sobre a aplicação de plásticos nos próprios painéis fotovoltaicos, onde são usados principalmente como encapsulantes, revestimentos anti-refletivos e, eventualmente, substituindo o vidro.

Reciclagem

No início dos anos 2000, siderúrgicas alemãs e japonesas começaram a utilizar plásticos pós-consumo como combustível alternativo para altos-fornos e coqueiras, evitando seu descarte em lixões. A empresa alemã OHL apresentou, já na edição 1998 da K, um processo para reciclagem plena do PET, com eliminação do aldeído acético gerado pela sua degradação e a correspondente restauração de suas características de viscosidade, por meio do processo Stehning. Segundo a empresa, o PET assim reciclado poderia ser novamente utilizado na fabricação de garrafas plásticas para bebidas, uma vez que atenderia às especificações da FDA (Food and Drug Administration). Contudo, o equipamento da Krones com esse mesmo objetivo, apresentado em 2001 na feira K, apresentou melhor resultado comercial. Mais recentemente, na edição de 2013 da mesma feira, a Starlinger apresentou seu sistema de recuperação de PET pós-consumo por

meio de policondensação, tornando-o novamente adequado para uso em aplicações envolvendo o contato com alimentos.

Fibras naturais

As edições 1995 e 1998 da feira K já registravam o uso de reforço de plásticos com fibras naturais, numa tentativa de elevar sua sustentabilidade. A Krauss-Maffei apresentou seu processo LFI-PUR, voltado para a produção de painéis automotivos internos de poliuretano reforçados com fibras naturais, sendo acompanhada por um processo similar desenvolvido pela Bayer, Becker e Eldra Kunststofftechnik.

Comércio eletrônico

As primeiras evidências da migração das empresas na área do plástico para

o ambiente virtual da internet surgiram na edição do ano 2000 da NPE, quando ficou claro que a maior parte delas já dispunha de *home page* institucional, tendo sido iniciadas, ainda que de forma incipiente, as primeiras tentativas de comércio eletrônico. Havia muita experimentação na época, já que então ninguém sabia exatamente como aproveitar os poderosos recursos digitais que acabavam de ser disponibilizados, originando um entusiasmo parecido com a conquista do Velho Oeste. Já naquela época foram implantados os primeiros serviços *on-line* de controle, ajuste e manutenção de injetoras, ou seja, o embrião do que hoje conhecemos como Indústria 4.0. Um exemplo dessa iniciativa era o aplicativo Moldflow Plastics Xpert, desenvolvido pela Moldflow Corporation. Contudo, a “bolha” criada pela euforia

digital não durou muito, tendo estourado logo depois da feira. De toda forma, a digitalização do setor se consolidou, ainda que se expandindo num ritmo bem mais lento a partir de então.

Indústria 4.0

O conceito já havia sido citado na cobertura da edição 2013 da feira K, mas tornou-se uma obsessão na edição seguinte do evento, em 2016, quando grande parte dos expositores mostrou seus esforços no sentido de adotar a manufatura inteligente para aumentar sua competitividade. Este é um assunto ainda em desenvolvimento, pois há muitos pontos a serem devidamente equacionados – como, por exemplo, salvaguardas eficazes contra ataques cibernéticos, já que o conceito de Indústria 4.0 requer uma intensa circulação de dados digitais. 