

K 2010, a onda verde virou tsunami

Realizada entre os dias 27 de outubro e 3 de novembro, em Düsseldorf, na Alemanha, a 18ª edição da feira K exibiu as tendências na indústria do plástico quanto à evolução do maquinário, ao desenvolvimento de resinas e, sobretudo, às aplicações para os produtos desse dinâmico e diversificado ramo industrial.

*Antonio Augusto Gorni e
Hellen C. O. Souza,
da redação de PI*

Na última edição da feira K, em 2007, uma forte preocupação com a sustentabilidade da indústria do plástico constituiu o *Zeitgeist* (o espírito da época, numa tradução livre do alemão) do evento. Apesar da intensidade dessa tendência observada naquela oportunidade, havia dúvidas se de fato o setor estaria disposto a pagar o alto preço por uma mudança tão radical em seu modo de trabalhar, colocando em risco a sacrossanta lucratividade.

Três anos depois, verificou-se agora, na edição de 2010 da K, que a busca por uma indústria mais amigável do ponto de vista ecológico continua sendo a principal preocupação do setor plástico: o que era onda em 2007 tornou-se tsunami em 2010. Esse fato é ainda mais surpreendente considerando que em 2008 a economia mundial, incluindo a

indústria do plástico, passou por outro tipo de tsunami, ou seja, a pior crise financeira desde 1929.

Essa verdadeira depressão, ao reduzir fortemente a demanda mundial, inclusive pelos produtos e serviços do setor plástico, também derrubou as cotações do petróleo, principal matéria-prima do setor. Em 2007 acreditava-se que o preço recorde desse insumo tinha sido a principal motivação pelo súbito tom verde que a K havia apresentado naquele ano. As cotações do petróleo caíram e não se recuperaram, mas surpreendentemente a indústria do plástico manteve seu curso.

De toda forma, já não era sem tempo – nos últimos anos, parece que a mídia mundial decidiu transformar a indústria do plástico em uma espécie de “inimigo público nº 1” do ponto de vista ecológico. Algumas das manchetes são conhecidas há décadas, como os alarmes sobre o uso de metais pesados



Messe Düsseldorf/Constanze Tillmann

Campanhas contra o uso de sacolas plásticas não impediram os fabricantes de máquinas de exibirem modelos novos e mais produtivos

em estabilizantes para PVC e em pigmentos. Outras são mais novas, como o problema da presença de ftalatos nos plastificantes usados no PVC. Há ainda as que são bem mais recentes, como os problemas de saúde associados ao bisfenol A, presente nos policarbonatos, e o acúmulo de plástico descartado nos oceanos. O bombardeio midiático acelerou-se nos últimos três anos e pode-se creditar a ele a bem-sucedida campanha pela proibição de sacolas plásticas em várias cidades do mundo, inclusive brasileiras.

Infelizmente ficou muito fácil bater no plástico quando se discute a questão ambiental. Há, porém, o risco de se criarem “verdades” convenientes do ponto de vista mercadológico ou político sem o devido fundamento técnico ou científico. Por exemplo: a maior parte das sacolas plásticas de supermercado é reutilizada pelas donas de casa na forma de sacos de lixo. Ao serem proibidos, as donas de casa se veem forçadas a comprar sacos plásticos para acondicionar seu lixo. Ou seja: a proibição do uso de sacos plásticos como embalagens incrementou o mercado de sacos plásticos para lixo e aumentou os lucros dos supermercados que, no final das contas, passaram a cobrar por sacos plásticos antes fornecidos de forma gratuita. Agora entende-se a razão de aceitarem tão passivamente essa proibição. O dano ecológico ocasionado pelos sacos plásticos continua o mesmo – ou é pior, quando se considera que os sacos para lixo

apresentam espessura bem maior que os usados como embalagem nos supermercados.

Portanto, a solução radical completa exigiria a proibição do acondicionamento do lixo em sacos plásticos. Mas não é isso o que se vê. De fato, aceitaríamos voltar 40 anos atrás, quando o lixo era deixado

o mero banimento do plástico é inútil, quando não é mais agressivo à ecologia do que o seu uso judicioso. Cabe à indústria do plástico, a principal interessada em sua promoção, encarar essa situação de frente, e de forma realista, para corrigir espontaneamente suas mazelas com base na melhor prática científica, técnica e industrial, para ter a autoridade moral de fazer valer seu ponto de vista. Caso contrário, os políticos gostosamente se encarregarão disso, já que o assunto passou a render visibilidade e votos. As decisões serão tomadas de forma passional e visando a outros interesses, aparentemente “lógicos”, quando vistos de forma superficial, mas desastrosos se consideradas as implicações de longo alcance.

Felizmente, o que foi visto na K parece indicar que finalmente a indústria do plástico está fazendo sua lição de casa. Há, é claro, alguns exageros. Muitas das novidades mostradas na feira foram qualificadas como “ecológicas”. No fundo até o são, mas antigamente enfatizavam-se vantagens bem mais palpáveis para os seus clientes em potencial, tais como a redução de custos ou o aumento

de produtividade.

A exemplo do que vem sendo observado nas feiras anteriores do setor de plásticos, não foram notadas muitas novidades além dos avanços rumo à sustentabilidade. A crise de 2008/2009 sem dúvida contribuiu ainda mais para reduzir a velocidade desses avanços, já que



Corantes e pigmentos: o colorido da feira

em latões na rua para ser recolhido, com todos os problemas higiênicos e a perda de eficiência na coleta que isso acarretaria, ou voltar ao uso de madeira, metal e papel em aplicações nas quais o plástico mostra vantagens inegáveis?

Esses exemplos (e poderíamos citar muitos outros) mostram que

as empresas concentraram seus recursos em sua própria sobrevivência, em uma conjuntura que não se via há muitas décadas.

A edição desta feira contou com 3.102 expositores, uma redução de 0,9% em relação aos 3.130 de 2007. Se, por um lado, a manutenção de praticamente o mesmo número de expositores parece ter sido um fato notável frente à severa crise econômica, por outro interrompeu a expansão do número de estandes que vinha ocorrendo nos últimos anos, e particularmente o crescimento de 7,4% verificado entre as edições de 2004 e 2007. A área efetivamente ocupada também caiu de forma perceptível. Parte de um dos pavilhões ficou vazia e, em outros, havia *lounges* para descanso dos visitantes e um inédito espaço para acesso à internet.

O número de visitantes caiu 9% em relação à última edição, passando, em números aproximados, de 242.000 para 220.000. Curiosamente, os frios números desmentem as impressões pessoais, uma vez que foram constatados enormes congestionamentos humanos nos corredores entre os estandes de resinas e máquinas para transformação em determinados dias da feira. Ao que parece, a audiência pode ter diminuído, mas quem foi realmente queria extrair o máximo proveito técnico e comercial do evento.

Matéria-prima

Uma das grandes apostas para aumentar a sustentabilidade ecológica das resinas sintéticas está no desenvolvimento de rotas independentes para a obtenção de matérias-primas fósseis – ou seja não renováveis. Isso já vem sendo feito no Brasil pela **Braskem** (www.braskem.com.br), com a síntese do etileno a partir do etanol produzido da cana-de-

açúcar, obtendo-se assim o monômero para a síntese do chamado polietileno “verde” – aliás, a empresa aproveitou o evento para anunciar o início de estudos visando à produção de polipropileno pela mesma rota.

Esse é um exemplo do uso da fotossíntese para transformar o gás carbônico da atmosfera em polímero, via etanol. Um megaprojeto de pesquisa na Alemanha possui um objetivo ainda mais ambicioso em termos do aproveitamento do gás carbônico que é liberado na atmosfera: pretende-se viabilizar um “curto-circuito” nessa rota, com a síntese de matérias-primas diretamente do gás carbônico, sem a intermediação biológica. Trata-se da iniciativa *CO₂RRECT: CO₂-reaction using regenerative energies and catalytic technologies* (reações com gás carbônico usando energias regenerativas e tecnologias catalíticas), um projeto com custo de 18 milhões de euros que conta com apoio do governo alemão. Ele propõe aproveitar as flutuações extremas da oferta de energia produzida por fontes alternativas para utilizar o gás carbônico como matéria-prima. Como se sabe, a quantidade de energia gerada por torres eólicas ou painéis fotovoltaicos depende de fatores climáticos e muitas vezes ela não pode ser aproveitada devido à falta de demanda no exato instante de sua geração. Esse projeto tem como objetivo tornar viável técnica e economicamente o uso dessa sobra de energia, e de forma a neutralizar um dos mais poderosos gases que geram o efeito estufa. Ele conta com três poderosos parceiros industriais: **RWE Power** (www.rwe.com), **Siemens** (www.siemens.com) e **Bayer MaterialScience** (www.bayermaterialscience.com). A **RWE Power** é uma empresa de energia elétrica que opera usinas termelétricas na Alemanha; seu papel será o de separar o gás

carbônico a partir dos fumos gerados em uma de suas termelétricas, liquefazê-lo e fornecê-lo como matéria-prima para o projeto. A **Siemens** está desenvolvendo instalações especiais de eletrólise que possam usar o excesso de energia elétrica gerado pelas fontes alternativas para produzir hidrogênio de forma econômica. Ele é o elemento-chave para a transformação do gás carbônico em matéria-prima para a indústria química. A **Bayer MaterialScience** oferecerá sua experiência na operação industrial de sistemas de eletrólise e como consumidora potencial das matérias-primas geradas, não só para a obtenção de monômeros para a síntese de polímeros, como também para uso da química fina e da indústria farmacêutica. O projeto também conta com parceiros acadêmicos para prestar assessoria na área de catálise, engenharia de processos, otimização de reatores e avaliação global do processo. São eles: Invite, Instituto Max Planck, Instituto de Tecnologia de Karlsruhe e as universidades RWTH Aachen, Rostock, Ruhr-Bochum, TU Dortmund, TU Dresden, Stuttgart, e TU Darmstadt.

O objetivo a ser alcançado seria o sonho de consumo da indústria de plásticos: aprisionar o vilão-mor da atmosfera, o gás carbônico, ao mesmo tempo em que se romperiam os grilhões que a prendem à petroquímica e todas as encrascas associadas. Sem dúvida, um espetacular golpe de *marketing* para neutralizar a atual imagem negativa dos plásticos.

Mas há um guizo a ser colocado no gato, que é a concepção de catalisadores apropriados para as reações químicas necessárias para a transformação do gás carbônico nos mais diversos monômeros e matérias-primas para a indústria química. Há esperança de que os

atuais recursos computacionais proporcionarão ajuda fundamental nessa tarefa, que já promete ser monumental. Afinal, o gás carbônico é um dos compostos químicos mais estáveis do ponto de vista termodinâmico. Isso torna complicado o seu uso como matéria-prima, já que ele reage com poucas substâncias – acredita-se que reagentes com alta energia, pequenos sistemas em anéis (por exemplo, epóxidos), moléculas insaturadas e hidrogênio sejam a solução para esse problema, devidamente ajudadas pelo “empurrãozinho” dado pelos catalisadores apropriados. Além disso, o uso do gás carbônico como matéria-prima requer que ele apresente alta pureza – caso contrário, as impurezas poderão atuar como “venenos” para os catalisadores, anulando-os e inviabilizando as reações químicas desejadas.

Como se vê, esse é mais um desafio recorrente a ser resolvido no caminho da química orgânica, que possui uma longa tradição nessa área, desde a desmistificação da teoria da força vital vigente no início do século XIX, que afirmava que compostos orgânicos somente podiam ser sintetizados em organismos vivos, e passando pelo problema da decomposição da celulose, o entendimento dos mecanismos complexos das reações de química orgânica e a concepção de macromoléculas, entre outros mitos.

Especificamente na área dos polímeros, já se iniciou um subprojeto dentro dessa iniciativa visando à síntese de poliois a partir do gás carbônico, o chamado “Dream Production” (produção dos sonhos). Para isso, está sendo construída uma planta em escala piloto destinada à produção de alguns quilogramas desse material, no Chempark, nas instalações da **Bayer**, em Leverkusen (Alemanha).

Biorresinas

De acordo com a European Bioplastics (www.european-bioplastics.org), a categoria dos chamados bioplásticos compreende todas as resinas produzidas a partir de matérias-primas renováveis e/ou biodegradáveis. A capacidade de produção das biorresinas vem apresentando aumento contínuo desde meados da década passada. Considerando os plásticos compostáveis ou não, a European Bioplastics informa que a capacidade mundial passou de 190.000 t/ano em 2006 para 434.000 t/ano em 2009 – e estima-se que atingiria 568.000 t/ano ao final de 2010. Ou seja, essa capacidade triplicou ao longo do último triênio, a despeito da séria crise financeira mundial ocorrida nos últimos anos. Isso inclui todos os tipos de plásticos, inclusive PE e PVC sintetizados a partir de recursos naturais. O consumo mundial atual de biorresinas é estimado em torno de 250.000 t/ano. Mas, a exemplo do que já havia sido observado durante a última edição da feira K, em 2007, sua partici-

pação no mercado global de plásticos continua pífia – algo em torno de 0,11% do consumo global de 230 milhões de toneladas, embora estejam sendo registradas taxas de crescimento anuais entre 20 e 30%. Portanto, apesar de todo o alarido verde observado nas últimas edições da K, ainda há um caminho muito, muito longo a ser percorrido para que as biorresinas se tornem efetivamente *commodities*.

Também é necessário considerar que as biorresinas, embora mais ecológicas em sua síntese e/ou degradabilidade, podem não sê-lo durante sua transformação. Por exemplo, no caso de sua aplicação em filmes para embalagens, sua maior densidade em relação ao PE, da ordem de 30%, e a maior quantidade de energia requerida em sua transformação podem reduzir suas vantagens ecológicas. Logo, a substituição das resinas convencionais pelas biorresinas deve ser feita de forma ponderada. Muitas empresas fabricantes de polímeros estão desenvolvendo metodologias para avaliar os ciclos de vida globais das resinas para definir, do berço ao túmulo, qual delas realmente é a

mais adequada do ponto de vista ecológico para uma dada aplicação. A **Basf** (www.basf.com), por exemplo, está anunciando o lançamento do Ecovio Eco-Efficiency Compass (E³C) (bússola de eco-eficiência), um programa computacional implantado como ferramenta *on line* para efetuar essa análise de forma simples e rápida.

Curiosamente, o sucesso da adoção das biorresinas parece depender de fatores prosaicos, além das conveniências ecológicas. A Frito-Lay, uma empresa de alimentos dos Estados Unidos, teve uma surpresa desagradável ao adotar uma embalagem biodegradável de poli(ácido láctico) (PLA) para seus salgadinhos SunChips. Ela foi rejeitada pelos consumidores por ser barulhenta demais, a ponto de ser criada uma comunidade virtual no Facebook contra ela, que chegou a contar com 44.000 participantes. Esse problema foi atribuído à maior rigidez do PLA em comparação com o material anteriormente usado. Uma redução de mais de 11% nas vendas anuais do salgadinho fez a empresa retornar à sua antiga embalagem “ecologicamente

incorreta”. E, como se isso não bastasse, surgiram dúvidas sobre o grau de compostabilidade da antiga embalagem ecológica.

As biorresinas não são necessariamente biodegradáveis. Ainda assim elas podem ser eliminadas de forma adequada no meio ambiente, por meio da queima em incineradores especiais ou mesmo em altos fornos, como ocorre com as resinas sintéticas. Um trabalho desenvolvido pela Universidade Técnica de Hanover (Alemanha) mostrou que, desde que as temperaturas de combustão sejam altas o suficiente para promover uma queima completa, as biorresinas apresentam poder calorífico similar ao do lixo doméstico ou das resinas sintéticas, com a vantagem de que são neutras do ponto de vista da geração de gás carbônico, uma vez que são sintetizadas a partir de matérias-primas naturais.

O aumento do grau de adequação ecológica de resinas sintéticas tornou-se uma atividade corriqueira para os seus fabricantes. Por exemplo, a **IRPC Public Company Limited** (www.irpc.co.th), da Tailândia, desenvolveu um novo

tipo de ABS em que o butadieno sintético foi substituído por borracha natural. O novo grau de ABS pode conter 4% ou 8% de borracha natural. Infelizmente a empresa não ofereceu informações suficientes que permitissem verificar como essa substituição alterou as propriedades do polímero em relação ao ABS totalmente sintético.

Outro lançamento dessa mesma empresa, copolímeros em bloco de PP especialmente concebidos para uso em mamadeiras, revelou outra tendência ecológica: a substituição do PC em aplicações envolvendo contato com alimentos, devido aos pretensos efeitos danosos do bisfenol A liberado por esse polímero. De acordo com a empresa, o novo grau de PP possui as mesmas características do PC usado em mamadeiras, ou seja, transparência, alta rigidez, alta resistência ao calor e tenacidade.

As características do policarbonato, no entanto, podem ser aproveitadas de outras formas. Uma das novas aplicações do PC apresentadas na K foi em bulbos de lâmpadas fluorescentes compactas, um mercado bastante promissor em

razão da proibição da venda de lâmpadas incandescentes convencionais que deverá ocorrer daqui a dois anos na Europa, Canadá e Estados Unidos. A resina Lexan FXD, produzida pela **SABIC Innovative Plastics** (www.sabic-ip.com), será usada na fabricação dos bulbos das lâmpadas Duluxstar Mini Candle Series, produzidos pela **Osram** (www.osram.de). A resina permitirá que a lâmpada seja fornecida em dez cores diferentes, além de proporcionar alta resistência ao impacto evitando quebras, alta transmissão com translucidez suficiente para esconder os componentes internos e máxima capacidade para espalhamento de luz.

Aditivos para biorresinas

A canadense **EPI** (www.epi-global.com) manteve no evento uma postura bastante agressiva em favor do uso dos oxiaditivos para transformar resinas sintéticas em biodegradáveis, promovendo seus TDPA (*totally degradable plastic additives* ou aditivos para plásticos totalmente degradáveis). De acordo com a empresa, esses

aditivos provocariam inicialmente a degradação oxidativa do polímero, seguindo-se à biodegradação total até só restar água e gás carbônico, pela ação de microorganismos, atendendo aos critérios especificados pela norma ASTM D6954-04. A questão é: qual o grau de compostabilidade que pode ser considerado adequado? Esse é um tópico que ainda renderá muita polêmica.

Já a **Wacker Chemie** (www.wacker.com) anunciou o lançamento do agente ligante Vinnex, o qual torna possível a elaboração de blendas de biorresinas com características adequadas para transformação pelos processos e equipamentos usuais de moldagem por injeção, extrusão, sopro, termoformação etc. O Vinnex é um sistema ligante polimérico à base de acetato de vinil que, combinado com matérias-primas renováveis tais como amido, PLA e poli(hidroxialcanoatos) (PHA), pode criar blendas com características adequadas para transformação, usando equipamentos e parâmetros de processo convencionais, contendo no mínimo 65% de matéria-prima renovável. Apesar de o Vinnex possuir origem sintética, suas blendas com biorresinas atendem à norma DIN EN 13432, decompondo-se dentro de 180 dias sob condições industriais de compostagem. De acordo com a empresa, esse aditivo permite usar farinha em vez de amido, uma opção mais ecológica já que ela requer menos etapas de processamento para ser obtida.

Área médica em expansão

O aumento da expectativa de vida da população nos países desenvolvidos, o acesso mais amplo aos serviços de saúde em mercados emergentes e, sobretudo, a capacidade de passar ao largo das crises

financeiras fez do segmento de tecnologia médica a “menina dos olhos” de muitas empresas do setor de resinas e de maquinário, que encontraram nesse meio um nicho de mercado menos sensível à sazonalidade. A relação intrínseca do desenvolvimento dos produtos médicos e a evolução dos plásticos é outro ponto que favorece o crescimento desse setor.

Segundo dados da empresa britânica Applied Market Information (AMI), divulgados na conferência Medical Grade Polymers, em 2009, e lembrados durante a feira, o mercado mundial para os dispositivos médicos está atualmente estimado em 200 bilhões de dólares ao ano, e boa parte dos produtos aí incluídos consiste em sofisticadas embalagens funcionais, dispositivos para administração de fármacos e uma enorme variedade de produtos reutilizáveis e descartáveis.

O cálculo do consumo com base apenas no total de resinas especiais já vendidas para o setor pode subestimar o potencial desse mercado, tendo em vista que muitas peças projetadas para uso médico não são necessariamente moldadas com materiais de grau médico, dependendo do local em que a peça será montada, da sua função exata e do seu papel no funcionamento de aparelhos e componentes auxiliares.

O atendimento do mercado de aplicações médicas requer das empresas um alto grau de especialização em relação a materiais, equipamentos e quanto ao atendimento de rígidas regulamentações, as quais muitas vezes estão associadas ao grau zero de tolerância a defeitos nas peças. Isso exige investimentos em tecnologia de equipamentos, na preparação da mão de obra e no ambiente em que serão moldadas as peças, fatores aos quais os fornecedores de maquinário estão bastante atentos,

oferecendo itens que atendem às regulamentações do setor, tais como a classificação 7 da norma ISO 14.644, que contempla a fabricação de peças em sala limpa.

A fabricante alemã de injetoras **Arburg** (www.arburg.com.br), por exemplo, dedicou a esse setor o modelo Allrounder 520 A, totalmente elétrico, com força de 1.500 kN, de alta produtividade, que durante a feira moldava seringas de PP pesando 1,1 g, em ferramenta da suíça **Schöttli** (www.schoettli.com), de 32 cavidades e com tempo de ciclo de



Revestimento em aço inoxidável e câmara para filtragem do ar constituem a “sala limpa” do modelo da Arburg destinado à moldagem de peças para a área médica

7,7 segundos. Sua unidade de fechamento foi totalmente revestida com aço inoxidável e equipada com uma câmara para filtragem, ionização e manutenção de um fluxo constante do ar sob pressão positiva. Esses cuidados promovem a circulação de ar totalmente limpo naquela seção da máquina, que acaba por constituir uma “sala limpa”, podendo ser higienizada com detergentes agressivos, sem risco de corrosão dos componentes expostos. Os modelos da **Arburg**, cuja subsidiária no Brasil completou dez anos de funcionamento no ano passado, deverão também atender ao mercado brasileiro, onde se verifica aumento da procura por maquinário específico para o setor médico.

A canadense **Husky** (www.husky.ca) também apostou no potencial da

área médica ao expor o modelo de injetora elétrica H-Med AE, operando na ocasião com molde de 32 cavidades para a fabricação de peças para respiradores com 0,18 g, em ciclos inferiores a 5 segundos. Conforme informou Evandro Cazzaro, diretor da subsidiária brasileira da companhia, fornecer para o segmento médico significa aliar a capacidade de produzir peças altamente técnicas, e por isso mais caras, à flexibilidade e rapidez para a produção de itens descartáveis, de menor valor agregado, mas cujo processamento deve obedecer a requisitos igualmente rígidos, o que exige o total controle da instalação de produção.

No caso da **Husky**, os moldes, assim como os sistemas de câmara quente e os controladores de temperatura, foram confeccionados pela própria empresa, que há cerca de um ano passou também a fabricar periféricos, fechando todo o ciclo de produção com equipamentos da marca, com todas as funções da célula de trabalho controladas de maneira centralizada pelo sistema Polaris, também desenvolvido pela empresa. A instalação recebeu a classificação 7 da ISO 14.644.

O modelo da **Wittmann Battenfeld** (www.wittmann-group.com) dedicado ao segmento foi o EcoPower 180, totalmente elétrico, também com classificação 7, e que operava moldando flanges para filtros de diálise em moldes de quatro cavidades, com tempo de ciclo de 19 segundos. Equipado com o robô modelo W 8X5H, da Wittmann, para extração das peças. O modelo também possuía sistema de insuflação de ar limpo e seco no ambiente de moldagem, e toda a placa móvel era revestida com uma camada de níquel, tendo toda a furação selada e protegida para que não haja acúmulo de impurezas em cantos e reentrâncias.

Já a austríaca **Engel** (www.engel.at) demonstrou a fabricação dos chamados pratos de Petri, recipientes rasos e cilíndricos, esterilizáveis, e que normalmente são feitos de vidro, para coleta de material para análise laboratorial. Sua versão em plástico estava sendo moldada em PS, na injetora elétrica E-motion 1340/280 T, em moldes de 8 cavidades, sob tempos de ciclo de 4,5 segundos, também com insuflação de ar seco e limpo. O equipamento comporta a instalação de robôs para extração, unidade de tratamento corona e sistema integrado de armazenamento e embalagem dos produtos.

Os geradores de ar seco instalados nas injetoras da **Arburg**, **Battenfeld** e **Engel** são de fabricação da austríaca **Eisbär** (www.eisbaer.at), representada no

Brasil pela **BK** (São Paulo, SP), e desumidificam o ar de modo a fazer com que seu ponto de orvalho fique em -20°C, evitando, assim, a sua condensação nos moldes refrigerados com água a até 0°C.

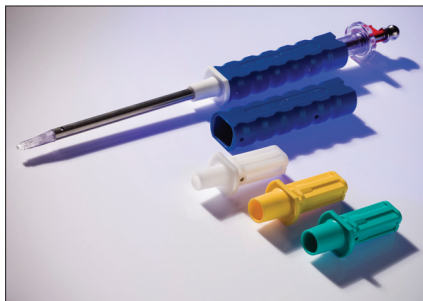
A norte-americana **Davis Standard** (www.davis-standard.com) intensificou suas ações no setor com a aquisição da **Harrel** (EUA), especializada na fabricação de extrusoras para tubos de uso médico. O acordo foi finalizado em novembro e incluiu a transferência das instalações da **Harrel**, em Norwalk, Connecticut (EUA), para a planta da **Davis Standard** em Pawcatuck, no mesmo estado. O acerto inclui a compra dos direitos de propriedade intelectual, incluindo uma tecnologia que permite a troca de materiais em uma extrusora sem necessidade de

interrupção do processo. Tipicamente destinada à fabricação de cateteres, possibilita alternar o processamento de materiais com diferentes durezas, de modo que os tubos tenham seções rígidas e flexíveis, com zonas de transição relativamente pequenas.

A fornecedora alemã de sistemas de câmara quente **Ewikon** (www.ewikon.com) também destacou no evento a sua resposta ao aquecimento do setor médico, apresentando um sistema valvulado destinado à produção de tubos para uso biomédico, com 12 pontos de injeção na base de cada tubo e uma distância entre cavidades de apenas 9 mm. Os bicos podem também ser adaptados para a alimentação lateral de resina nos moldes.

Grandes fornecedores de matéria-prima aproveitaram a feira para divulgar resinas de grau médico. A alemã **Bayer MaterialScience** destacou os revestimentos funcionais lubrificantes da linha Baymedix (www.baymedix.com) para aplicação em cateteres e itens similares para contato com o tecido humano, em que é necessária a redução do atrito. Outro revestimento, com base em PU, é usado para a liberação gradativa de medicamentos por um período pré-determinado, o qual pode variar de algumas horas a meses. A taxa de liberação é controlada por uma relação específica entre componentes hidrofílicos e hidrofóbicos presentes no revestimento. A empresa está desenvolvendo também espumas da linha Baymedix, para a fabricação de adesivos de uso tópico, além de filmes hidrofílicos de PU termoplástico para curativos “respiráveis”. Eles são impermeáveis à água, fluidos, sujeira e micróbios, mas possuem poros microscópicos que permitem a passagem de vapor, de modo que o ferimento fique protegido, mas possa respirar. Já as blendas de PC/ABS da linha Bayblend M850XF são indicadas para a injeção de peças médicas de paredes finas, tais como itens de equipamentos de diagnóstico, instrumentos cirúrgicos e para administração de fármacos. A empresa também divulgou o apoio técnico a fabricantes de instrumentos médicos, que vai desde o projeto do componente plástico até o lançamento do produto.

A também alemã **Basf** divulgou o poliacetal semicristalino (PRO) Ultraform, usado na fabricação de um dispositivo auxiliar em cirurgias para fixação de implantes (foto). A peça,



O Resofix, dispositivo para fixação de implantes, possui cabo moldado com o PRO Ultraform, da Basf

denominada Resofix, foi desenvolvida pela empresa alemã **Resoimplat**, com o apoio técnico da **Basf**.

A **Teknor Apex** (www.teknorapex.com) apresentou a linha Medalist de elastômeros termoplásticos (TPE's) formulados para atender exigências como biocompatibilidade, resoluções da Food and Drug Administration (FDA) e RoHS (diretiva europeia para restrição de substâncias perigosas). Ao mesmo tempo em que combina características de elasticidade necessárias a determinadas aplicações médicas, o material tem a facilidade de processamento dos termoplásticos. A empresa apresentou ainda os *grades* desenvolvidos para sobremoldagem em ABS, PC, PSAl, PA e copoliésteres.

A **Evonik** (www.evonik.com.br) e a **Arkema** (www.arkema.com) divulgaram o potencial da resina PEEK Vestapeek na substituição de metais como o titânio e o cromo-cobalto na fabricação de implantes, nos quais são fatores críticos a biocompatibilidade e a durabilidade do material. Entre as vantagens apontadas pela empresa em relação aos metais estão a opacidade aos raios-X, o que permite o acompanhamento do processo de regeneração de ossos e tecidos ao redor do implante, o menor peso e maior elasticidade.

Novos *grades* do copolímero cicloolefínico (COC) foram o destaque da alemã **Topas** (www.topas.com),

que apresentou a sua versão elastomérica, que agregou a flexibilidade à transparência, pureza e biocompatibilidade do material desenvolvido nos laboratórios da extinta Hoechst, hoje **Ticona**, na década de 1990, especificamente para os setores óptico e médico.

A fornecedora de *masterbatches* **Clariant** (www.clariant.com) divulgou o lançamento da linha Mevopur, que leva o diferencial da coloração ao universo das aplicações médicas e farmacêuticas. Alguns *grades* possuem ainda características específicas como a possibilidade de marcação a *laser* e a radioopacidade necessária a peças que devam ser visualizadas por raios-X. Há também versões formuladas com ingredientes biologicamente avaliados conforme os testes toxicológicos USP 87 e 88, da instituição United States Pharmacopeia – órgão que define requisitos de segurança para produtos destinados ao mercado de produtos médicos nos Estados Unidos, e também em conformidade com a ISO 10.993 (avaliação biológica de dispositivos médicos). A linha é aplicável a uma ampla faixa de termoplásticos e elastômeros, incluindo PE, PP, ABS, SAN, PC/ABS, PC, PA 6, PA 6.6 e PA 12, EVA, SEBS, TPU, PEBA e elastômeros de poliéster. Reforçando o compromisso com o setor médico, a empresa divulgou ainda a acreditação de sua unidade produtiva de Lewiston (EUA), declarada em conformidade com a norma ISO 13.485, relativa aos requisitos de sistemas de gestão para o projeto e fabricação de produtos médicos. A mesma chancela já havia sido atribuída às unidades de Malmö (Suécia) e Cingapura. A acreditação contempla especialmente o desenvolvimento e produção de *masterbatches*, compostos pré-colorizados e materiais radiopacos.

Já a sueca **Elasto** (www.elastotpe.com) submeteu os seus *grades* de elastômeros termoplásticos da linha Mediprene a testes nos laboratórios LAB Research, na Hungria, referência em estudos toxicológicos. Os produtos receberam o selo de não sensibilizantes ou irritantes ao contato com a pele, conforme a ISO 10.993, o que os posiciona entre os materiais adequados para a confecção de itens para contato com a pele, incluindo tubos, cateteres, produtos para entubação e auxílio à respiração de pacientes, membranas e curativos.

A nórdica **Borealis** (www.borealisgroup.com) apostou no setor de embalagens para produtos médicos e farmacêuticos, destacando a linha Bormed de poliolefinas de alto desempenho, destinadas à fabricação de itens que vão desde ampolas flexíveis esterilizáveis a pequenos frascos para medicamentos, visando principalmente o mercado em que é comum o processo de sopro seguido de envase e selagem (BFS, de *blow, fill and seal*). O *grade* Bormed SC820CF, por exemplo, é um copolímero randômico heterofásico de PP destinado à fabricação de filmes por evaporação de solvente (*cast*) ou por extrusão-sopro, mas que pode ser esterilizado por vaporização, sem comprometimento de suas propriedades mecânicas e ópticas. Pode ser empregado na formulação de blendas ou como camada coextrudada em filmes destinados à confecção de bolsas para soluções parenterais ou fluidos de diálise.

Entre os equipamentos auxiliares da transformação também se notou a atenção dada ao setor médico. A fabricante alemã de máquinas para soldagem de termoplásticos a *laser* **Bielomatik** (www.bielomatik.com), representada no Brasil pela **NC Service** (Barueri, SP), divulgou o modelo de máquina K 3633, indicado especialmente para a



Soldagem a laser em equipamento da Bielomatik: atendimento a requisitos de sala limpa

união de pequenos componentes e estruturas termoplásticas muito finas. Equipada com sistema de exaustão e filtro de ar, a máquina é compatível com instalações industriais em conformidade com as classificações 7 e 8 da ISO 14.644, que limitam o número e o tamanho das partículas em suspensão admissíveis em ambientes de sala limpa. Possui fonte de diodo de 200 W e tem uma área de trabalho de 100 x 100 mm. Outro ponto favorável é que o processo a *laser* em si é menos sujeito a contaminação do que os meios que empregam adesivos. Os equipamentos também podem gerar a documentação necessária para inventariar o processo de

produção de itens para a área médica. A mesma linha de máquinas está disponível em formatos compactos, como o modelo K 3632 (foto), que atende aos mesmos requisitos da norma, mas com menos exigência de espaço.

Aplicações automotivas

Como é de praxe nas feiras do plástico, foram apresentados vários novos exemplos de avanços na aplicação de polímeros em automóveis, buscando primordialmente a redução de peso do veículo e, conseqüentemente, de seu consumo de combustível, enquadrando-se na filosofia verde que se tornou a obsessão das últimas feiras K. Contudo, a maioria das inovações citadas não foi inédita ou constituiu aperfeiçoamento de inovações descritas em coberturas anteriores.

Curiosamente, uma análise sobre a participação das resinas plásticas em diversos modelos de automóvel fabricados ao redor do mundo indicou uma ligeira redução da participação em peso das resinas plásticas em sua manufatura. Isso foi atribuído não à sua substituição

por outros materiais, mas sim à sua própria evolução, que tornou as resinas mais leves e levou à uma redução artificial em sua participação nos automóveis. Avanços como maior uso de polímeros expandidos, menor incorporação de cargas minerais e resinas com mais resistência mecânica também contribuem para diminuir o peso dos automóveis e dos plásticos nele empregados.

De fato, normalmente a classificação da quantidade de material usada em uma dada aplicação (como é o caso da indústria automotiva) é feita com base no critério de peso, que é uma grandeza medida de forma muito fácil e precisa. Além disso, o peso de um automóvel define de forma decisiva seu desempenho em termos de consumo de combustível, um ponto nevrálgico em tempos da crescente preocupação ecológica. Contudo, talvez o volume de material empregado fosse um critério mais isento para classificar os níveis de participação dos diferentes insumos em um automóvel ou qualquer outra aplicação que envolva o uso de diferentes

materiais. Mas é bem mais complicado medir o volume de uma peça do que o seu peso.

Um dos desenvolvimentos inéditos na área automotiva apresentados na edição 2010 da K foi o uso de plásticos de engenharia (ABS, PA, PP, POM ou PMMA) reforçados com 50% de fibras de vidro em parafusos anteriormente feitos com alumínio ou aço, destinados à união de peças feitas de plástico. Esses parafusos foram desenvolvidos pela **Barlog Plastics** (www.barlogplastics.de) e são fabricados pela **Ejot** (www.ejot.com). A redução de peso pode chegar a 85% em relação aos parafusos equivalentes feitos de aço. A resistência da união feita com esses parafusos se dá em função do torque aplicado neles, cujo valor varia conforme o tipo de resina com que são feitos. Uma

das aplicações para esses novos parafusos na área automotiva está na fixação de componentes no painel de instrumentos dos carros por parafusamento direto.

Outro avanço automotivo interessante mostrado na K foi uma roda feita com resina reforçada com fibras, mostrada na figura ao lado, a qual está sendo desenvolvida pelo Instituto Fraunhofer para Durabilidade Estrutural e Confiabilidade de Sistemas (Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit, www.lbf-fraunhofer.de), em Darmstadt, Alemanha. A ideia foi empregar SMC (composto para moldagem de chapas) na fabricação desse componente. Isso se justifica pelo fato de se tratar de material mais leve, mais barato para produção em média e grande escala e que apresenta



Roda automotiva feita com resina SMC desenvolvida pelo Instituto Fraunhofer para Durabilidade Estrutural e Confiabilidade de Sistemas (Alemanha)

excelente relação massa/resistência mecânica. Contudo, até o momento ele foi usado apenas em peças secundárias da carroceria do automóvel que apresentam requisitos de confiabilidade menos elevados. O propósito desse projeto

consiste em verificar se seu uso não poderia ser estendido para peças automotivas de alta responsabilidade. Para tanto, foi desenvolvido um projeto com outros cinco institutos do grupo Fraunhofer para definir as condições de processo e de ferramental necessárias para a produção de peças confiáveis feitas com SMC. Os resultados desse projeto mostraram que o novo tipo de roda automotiva é altamente tolerante a danos e superior às feitas com alumínio. A próxima etapa será desenvolver uma roda em cooperação com a indústria para efetuar testes mais detalhados, a qual deverá incluir um reforço local com fibras contínuas. Vale lembrar também que a brasileira Plascar vem desenvolvendo, há vários anos, rodas automotivas feitas com resinas plásticas.

Notou-se, contudo, maior atenção da indústria do plástico quanto à possibilidade crescente do uso das diversas formas de tração elétrica nos automóveis. Os principais requisitos impostos por esses carros são uma necessidade ainda maior de redução de peso do veículo, em razão da grande limitação de autonomia das baterias elétricas; garantir a segurança do carro apesar da presença de pesadas baterias no lugar do tanque de combustível e a necessidade de materiais funcionais altamente especializados para uso nas baterias ou nas células de combustível são importantes desafios.

Um dos exemplos marcantes dessa diretriz foi a associação da **Borealis/Bouroe** (www.bouroe.com) com a recém-fundada empresa **Teamobility** visando ao desenvolvimento de aplicações de resinas plásticas (especialmente polipropileno) em carros elétricos. A ideia básica está no uso desse material em painéis leves para a carroceria exterior do veículo que possam ser concebidos de acordo

com as necessidades dos clientes e que apresentem fácil reciclagem – um conceito bastante parecido com o que foi aplicado no automóvel smart fortwo. O primeiro protótipo, denominado “Teamo” (foto), com



Protótipo do carro elétrico “Teamo”, desenvolvido em conjunto pela Teamobility e Borealis. As resinas usadas nesse protótipo foram concebidas para atender especificamente às necessidades peculiares de um veículo com tração elétrica

autonomia de 150 km entre as recargas da bateria, foi exposto na feira.

Painéis fotovoltaicos

A crescente conscientização quanto aos problemas ecológicos está favorecendo a geração de energia limpa, de fontes alternativas. A geração de energia a partir da luz do sol usando painéis fotovoltaicos, como os mostrados na figura da página 84, apresenta enorme potencial, já que a quantidade de luz solar que incide sobre a Terra em apenas uma hora é suficiente para gerar energia para o consumo de cada habitante do planeta durante um ano. Não é uma tecnologia nova e sua viabilidade econômica infelizmente ainda é bastante restrita. Por esse motivo ainda se faz necessário reduzir seus custos de produção, melhorar a qualidade dos painéis fotovoltaicos, especialmente em termos de durabilidade, e também aumentar sua eficiência na conversão de luz em eletricidade. Esses problemas estão sendo atacados com maior ímpeto

nos últimos tempos. Os produtores de resinas estão atentos a esse mercado promissor e investindo esforços para atender melhor esse setor nas suas necessidades de materiais.

As células solares são frágeis e precisam ser protegidas contra danos provocados por tensões mecânicas e ataque químico. Por esse motivo, os módulos dos painéis fotovoltaicos são constituídos de um sanduíche formado por um painel de vidro, células solares propriamente ditas e um encapsulante polimérico que as envolve. Em alguns casos os painéis foto-



*Painéis fotovoltaicos usados para a geração de eletricidade a partir da luz do sol
(Fonte: Rhodia)*

voltaicos são protegidos em suas duas faces. O encapsulante polimérico não apenas precisa proporcionar proteção mecânica e química às células solares, como também uni-las em um laminado estável, assegurar isolamento elétrico e evitar o acesso do oxigênio e do vapor d'água a elas. Deve também ocorrer um bom acoplamento óptico entre o vidro e o encapsulante, para que sejam reduzidas as perdas por reflexão. O encapsulante precisa ser flexível para compensar as diferenças nos coeficientes de expansão térmica entre os componentes individuais do módulo. Além disso, ele não pode apresentar variações deletérias em suas propriedades dielétricas e ópticas ao longo da vida útil

do painel fotovoltaico, bem como manter-se inerte quimicamente em relação aos demais componentes do módulo e manter sua estabilidade dimensional, apesar da longa exposição a condições altamente variáveis de temperatura e de radiação ultravioleta. E, obviamente, o encapsulamento precisa apresentar alta transparência para não comprometer o rendimento energético do sistema, particularmente na faixa de comprimentos de onda mais relevante para os painéis fotovoltaicos – ou seja, entre 370 e 1.200 nm.

Além dos encapsulantes, os produtores de resinas também estão estudando novos revestimentos antirrefletivos para as coberturas de vidro dos painéis, e mesmo a substituição do vidro por resinas plásticas, como acrílico.

Outra área de pesquisa, mas em estágio ainda preliminar, está no desenvolvimento de células solares orgânicas, feitas com resinas eletrocondutoras, em substituição ao silício. Contudo, suas vantagens em termos de flexibilidade, transparência, baixo custo de fabricação e operação sob baixa luminosidade são neutralizadas por sua baixa eficiência (no momento de apenas 8%) e pela pouca estabilidade a longo prazo. Esses problemas ainda requererão intensas investigações para serem resolvidos. Por exemplo, pode-se usar lentes Fresnel moldadas com resinas plásticas para concentrar a luminosidade da luz incidente. Esses componentes de alta precisão requerem um controle preciso das propriedades de fluxo no estado fundido e de cura para reduzir as perdas ópticas.

Um dos exemplos extremos que demonstram os últimos progressos observados nos painéis fotovoltaicos é o avião experimental Solar Impulse, movido exclusivamente à energia elétrica gerada a partir de painéis fotovoltaicos, que conse-

guiu dar a volta ao mundo sem necessidade de reabastecimento graças ao armazenamento da eletricidade por ele colhida em baterias, o que lhe permitiu voar à noite. A aeronave dispunha de 11.628 células voltaicas cobrindo 204 m² de área instaladas em suas asas. Cada metro quadrado de células voltaicas lhe proporcionava 30 Watts de potência, o que permitia colocar oito quilos de carga no ar. Um modelo em escala reduzida, mostrado abaixo, foi apresentado no estande da **Solvay** (www.solvay.com). Apesar de não poder voar, suas



Modelo em escala reduzida do avião experimental Solar Impulse, exposto no estande da Solvay. As células fotovoltaicas desse modelo produzem energia suficiente para girar suas hélices a partir da iluminação do recinto

hélices giravam acionadas pela eletricidade gerada pelos painéis de suas asas a partir da iluminação do recinto. Essa empresa foi uma das parceiras envolvidas no desenvolvimento da aeronave, tendo contribuído para a solução dos vários problemas durante a construção dos painéis fotovoltaicos. Um deles foi o desenvolvimento do filme usado em seu revestimento, que tinha de ser resistente às intempéries e possuir alta transparência para não afetar o rendimento energético dos painéis. A solução encontrada para esta aplicação foi um filme de clorotri-fluoroetileno de etileno (ECTFE), fornecido pela **Solvay** sob a designação comercial de Halar. Ele teve de passar por tratamento superficial, a plasma ou corona, para apresentar características de aderência necessárias a essa aplicação. O encapsulamento entre as células solares foi feito com uma fita adesiva que era transparente e resistente à radiação ultravioleta – no caso, uma fita de fluoreto de polivinilideno (PVDF), fornecida pela **Solvay** sob a designação Solef.

Voltando à terra firme, a **Dow Chemical Company** (www.dow.com) anunciou na feira o lançamento dos filmes encapsulantes poliolefinicos Enlight para uso em painéis fotovoltaicos. De acordo com a fabricante, eles proporcionam maior estabilidade de propriedades mecânicas e melhor desempenho elétrico em relação aos encapsulantes tradicionais, como os baseados em EVA. Além disso, o novo material é processado sob tempos de ciclo 30% mais curtos e com maiores janelas de temperatura para aplicação. Suas taxas de transmissão de vapor d'água são de 10 a 20 vezes menores do que as dos materiais à base de EVA. Apresenta também melhor índice de refração com o vidro em comparação com aquele material. Módulos feitos com os filmes de encapsulamento Enlight mantêm seus níveis de geração mesmo após mais de 10.000 horas de exposição ao calor úmido, ao passo que os módulos contendo EVA não ultrapassam 2.000 horas sob tais condições.

Já a **Bayer MaterialScience** apresentou seus filmes adesivos



Plaster Compostos

Comece 2011 de um jeito melhor



materiais plásticos compostos de engenharia ☎ (55 11) 4513 1566

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



fundidos a quente Platilon, à base de poliuretano termoplástico, também destinados ao encapsulamento de painéis fotovoltaicos. A empresa afirma que uma de suas principais vantagens está na flexibilidade ao unir componentes mais rígidos, como policarbonato e vidro. Esse TPU em filme também facilita o processamento contínuo, não requerendo aplicação de vácuo ou cura – portanto, não gera emissões. Para as novas células solares flexíveis com camadas finas a empresa oferece os filmes de encapsulamento Makrofol, feitos de policarbonato. O material ainda se encontra em desenvolvimento, requerendo principalmente a melhoria das suas propriedades de barreira contra oxigênio e água.

Tipos específicos de borracha de silicone curável também podem ser usados como encapsulantes de células solares. Até o momento não foi possível fabricar em série os sanduíches de painéis fotovoltaicos usando-se silicone líquido; a solução foi o desenvolvimento de um processo de laminação sob vácuo que envolve o uso de filmes poliméricos para o encapsulamento. A **Wacker Chemie** apresentou na K um novo elastômero termoplástico à base de silicone, específico para uso como encapsulante em painéis fotovoltaicos, e que apresenta perfil de propriedades característico para essa aplicação, denominado Tectosil. O fato desse silicone ser termoplástico torna os painéis fotovoltaicos recicláveis, uma vantagem nada desprezível em tempos ecologicamente corretos.

Por sua vez, a **Evonik** lançou seu novo grupo de produtos Plexiglas Solar, constituído de formulações para moldagem e chapas sólidas de todos os tipos para a fabricação de lentes para uso em painéis fotovoltaicos.

O florescimento do mercado de painéis fotovoltaicos também está fomentando o desenvolvimento de resinas voltadas especificamente para os componentes estruturais desta aplicação. É o caso de graus específicos da resina PET Rynite da **DuPont** e da resina de poliamida Technyl da **Rhodia** (www.rhodia.com). Por sua vez, a **Basf** apresentou graus de sua resina Ultramid específicos para a fabricação de conectores e caixas de junção para painéis fotovoltaicos. Além de alta resistência mecânica e tenacidade, esses materiais precisam apresentar alta capacidade de isolamento elétrico, resistência ao calor, ao intemperismo e à radiação ultravioleta, bem como características anticombustão.

Peças híbridas

O conceito de peças híbridas, constituídas por diferentes materiais de forma a aproveitar de modo inteligente suas melhores características, não é novo – já na edição de 1998 da K foi apresentada a estrutura frontal do automóvel Ford Focus feita de acordo com esta abordagem, constituída de plástico e aço. O principal objetivo desse conceito está em reduzir o peso do componente sem afetar seu desempenho, o que, na prática, concentra sua aplicação na área automotiva, devido à preocupação com o consumo de combustível de seus veículos. Geralmente se trata de peças feitas com tiras metálicas conformadas por estampagem, reforçadas mecanicamente por componentes nervurados de plástico moldados por injeção, as quais aumentam a resistência à torção e flexão da peça global.

Um dos principais problemas observados nas peças híbridas feitas com chapas de aço e resinas plásticas está na falta de adesão entre esses dois materiais, o que pode

comprometer suas propriedades mecânicas. Por esse motivo devem ser usados promotores de adesão para viabilizar o ancoramento mecânico do polímero no metal. Uma solução proposta pela **Evonik** consiste numa copoliâmida moída criogenicamente, denominada Vestomelt (www.vestomelt.com), cuja formulação foi concebida de forma a aderir a superfícies tanto metálicas como poliméricas. Ela é aplicada diretamente à chapa metálica, já desengraxada, durante a pintura ou revestimento, passando então por uma etapa de pré-cura para evitar que seja removida durante a sobreinjeção posterior do componente polimérico da peça, que geralmente é constituído de poliamida.

Outra solução para esse problema foi tema de um trabalho da Cátedra de Tecnologia de Plásticos da Universidade de Erlangen-Nürnberg (Lehrstuhl für Kunststofftechnik an der Universität Erlangen-Nürnberg, www.lkt.uni-erlangen.de). Trata-se da injeção de uma camada intermediária de um elastômero termoplástico à base de poliuretano (TPU) entre um componente básico feito de PC/ABS e uma cobertura de chapa de alumínio. A camada intermediária de elastômero melhora a adesão dos componentes e equaliza as tensões induzidas devido aos diferentes coeficientes de expansão térmica entre o alumínio e o PC/ABS. A união entre o adesivo de TPU e a chapa metálica ou a resina plástica é aumentada por um sistema de tratamento superficial por plasma ao ar livre desenvolvido dentro desse projeto e que foi integrado à injetora. Esse tratamento efetua a limpeza e a ativação das superfícies sobre as quais o adesivo será sobreinjetado. O bico de plasma foi acoplado a um robô de seis eixos que faz com que o tratamento seja aplicado ao semiproduto quando ele já se

encontra posicionado no molde aberto, imediatamente antes da injeção. Portanto, não há a necessidade de haver uma etapa adicional de manufatura para aplicar o tratamento de plasma. A união entre a chapa metálica e o adesivo de TPU pode ser melhorada se ela for previamente aquecida.

Outra peça híbrida muito interessante apresentada na K foi uma porta traseira completa para veículos do tipo *hatch*, incluindo janela de policarbonato e iluminação de fundo, a qual foi desenvolvida pela **Bayer MaterialScience** e está



Porta traseira completa híbrida para veículos do tipo hatch, incluindo janela de policarbonato e iluminação de fundo, desenvolvida pela Bayer MaterialScience

mostrada acima. Sua superfície externa é totalmente contínua, sendo constituída de policarbonato revestido. A integração da lanterna traseira à porta permitiu suprimir etapas de processo durante a manufatura, tais como colagem. As áreas não transparentes são ou contraimpresas posteriormente em cor escura, ou contrainjetadas em material negro usando a técnica de moldagem por injeção de dois componentes. A redução de peso em relação à peça convencional feita com aço e vidro é da ordem de 30 a 40%. As lanternas traseiras são fixadas atrás da superfície externa monolítica de policarbonato, que é transparente nos locais correspondentes. Isso simplifica a montagem do componente.

permitindo inclusive dispensar a instalação de vedações contra infiltração da água da chuva. Também a placa de licença do veículo fica por trás da superfície de policarbonato. Por outro lado, o policarbonato não atende aos requisitos mecânicos impostos a esse componente. Por esse motivo a peça possui uma estrutura de nervuras para reforço mecânico também feitas de policarbonato, mais tiras de metal inseridas nas ranhuras entre as nervuras e unidas com adesivo. Esse, por ser elástico, acomoda os diferentes coeficientes de dilatação térmica do plástico e do metal. Uma cuidadosa análise mecânica da peça permite posicionar os reforços exatamente onde eles se fazem necessários, minimizando o número de tiras de metal e mantendo baixo o seu peso.

Peças funcionais

As vantagens inerentes às resinas plásticas estão promovendo seu uso em aplicações mais sofisticadas, as quais podem requerer propriedades às vezes exóticas e que nem sempre são encontradas nos polímeros – tais como condutividade elétrica e térmica, características ópticas e magnéticas, capacidade de converter energia elétrica em luz e vice-versa, memória de forma, efeito autolimpante, entre muitos outros. A K representa uma grande oportunidade para observar os últimos desenvolvimentos feitos nessa área.

A **Bayer MaterialScience** apresentou seus desenvolvimentos na impressão de filmes de policarbonato com funções eletrônicas e seu processamento em componentes tridimensionais usando o processo de inserção de filme durante a moldagem. Isso permitirá a fabricação de componentes eletrônicos complexos moldados e altamente integrados. A impressão

dos circuitos nos filmes poderá ocorrer em áreas restritas, incluindo diversas funções eletrônicas como sistemas de fiação, atuadores, sensores e antenas, que atualmente tem de ser montados como componentes separados, o que reduz o número de peças requeridas e a quantidade de esforço logístico e de montagem. São obtidos assim módulos eletrônicos compactos, prontos para instalação, que requerem um mínimo de espaço, refletindo a tendência atual rumo à miniaturização de produtos eletrônicos.

O Instituto Fraunhofer para Engenharia de Superfície e Filmes Finos (IST, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, www.ist.fraunhofer.de) apresentou uma tecnologia para impressão de circuitos em filmes plásticos pela aplicação de cobre usando plasma sob pressão atmosférica e galvanização, denominada P³T, de *plasma painting and packaging technology* ou tecnologia de plasma para impressão e embalagem. Isso permite poupar metais caros, pois o processo convencional atual se inicia com um filme totalmente metalizado, removendo-se o metal em excesso para criar os circuitos elétricos desejados. No novo processo usa-se apenas a quantidade de metal efetivamente necessária para estabelecer os circuitos elétricos. O plasma é aplicado no filme por um processo similar ao de rotogravura, gerado nos recessos dos rolos. Ele altera quimicamente a superfície do substrato plástico exatamente nos locais onde os circuitos serão aplicados posteriormente no processo. O gás a partir do qual o plasma é criado geralmente é uma mistura de gases nitrogenados. As áreas quimicamente alteradas do filme podem ser molhadas com água de forma precisa, sendo metalizáveis por banhos de galvanização adequados.

A economia de metal assim conseguida é apreciável, ainda mais quando se sabe que o preço do cobre e do paládio, metais usados nessa aplicação, aumentaram em 150% nos últimos três anos. Esse processo é particularmente útil para a implantação de antenas para sistemas etiquetas para identificação por radiofrequência (RFID).

A **LaserMicronics** (www.lasermicronics.com) apresentou um processo para a definição de circuitos tridimensionais em dispositivos moldados interconectados usando uma tecnologia para estruturação direta usando *laser*. O processo se inicia com o dispositivo sendo moldado por injeção convencional usando resina termoplástica dopada. A seguir os circuitos são desenhados na peça com a aplicação de um feixe de *laser*, o qual ativa os dopantes existentes na resina. Ocorre então uma reação físico-química que forma núcleos metálicos que atuarão como catalisador durante a etapa posterior de metalização. Além disso, o *laser* cria superfícies microscopicamente rugosas nas quais o cobre ficará fir-

memente ancorado após a metalização. A seguir vem a etapa de limpeza e de metalização, quando ocorre a deposição de cobre nas trilhas desenhadas pelo *laser*, formando linhas com espessura entre 5 e 8 μm . Finalmente, essas trilhas de cobre são recobertas de níquel e ouro; eventualmente esse revestimento pode ser constituído de estanho, prata, paládio/ouro etc. O restante do componente é montado usando-se soldagem. Peças plásticas com circuitos incorporados são encontradas em várias aplicações, como volantes automotivos contendo controles do aparelho de som do carro, antenas de telefones celulares, aparelhos auditivos etc.

A **Oechsler** (www.oechsler.com) apresentou um sensor de deslocamento angular feito de plástico para mostrar um de seus desenvolvimentos na área dos componentes funcionais, em parceria com a **Arburg**, que demonstrou em seu estande a moldagem do item. Numa primeira etapa é produzido o primeiro componente dessa peça, um magneto permanente, com a moldagem por injeção de uma

formulação contendo 20% de PA 6 e 80% de ferrita. Durante esse processo, um dispositivo incorporado ao molde aplica um campo magnético ao componente moldado, orientando as partículas magnéticas e saturando-o magneticamente. O resfriamento imediato assegura que as partículas



Sensor de deslocamento: peça funcional que incorpora um magneto é moldada e montada na própria injetora

permaneçam na orientação desejada. A seguir o ferramental automaticamente posiciona esse magneto permanente em um sensor magnetorresistivo na cavidade de sobreinjeção. Ocorre então a injeção do segundo componente, feito de um PBT reforçado com 30% de fibras de vidro e com fluxo

fácil no estado fundido. Paralelamente a isso é produzida uma cobertura translúcida colorida de ABS, a qual é encaixada posteriormente na primeira peça, fora da injetora, por robôs integrados ao sistema.

Um exemplo bastante interessante de peça híbrida e funcional mostrado na feira foi o par de óculos esportivos com sistema



Óculos com armação e lentes de plástico, com sistema metálico para aquecimento de lentes por corrente elétrica concebido pelo Instituto de Transformação de Plásticos da Universidade Técnica de Aachen

antiembaçamento das lentes concebido pelo Instituto de Transformação de Plásticos da Universidade Técnica de Aachen (Institut für Kunststoffverarbeitung, www.ikv-aachen.de), o qual está mostrado na foto acima. A ação antiembaçamento ocorre pelo aquecimento das lentes proporcionado por um condutor elétrico metálico incorporado a elas. Para aumentar a produtividade do processo de fabricação desses óculos, evitando etapas intermediárias de manufatura, tanto as resinas que constituem seu corpo e lentes quanto o circuito elétrico de metal são moldados num mesmo equipamento usando a tecnologia de injeção de múltiplos componentes. A seleção dos materiais deve levar em conta tanto os requisitos da aplicação como os dessa rota de manufatura. Uma vez que a liga metálica utilizada será moldada sobre as lentes, ela deve apresentar ponto de fusão inferior

à temperatura de distorção térmica da resina usada para a lente. Nesse caso foi usada uma liga de estanho e zinco com temperatura de fusão abaixo de 200°C e condutividade elétrica da ordem de 8×10^6 S/m, suficientemente alta para as necessidades específicas dessa aplicação. Por razões de segurança, uma vez que se trata de óculos esportivos, o material das lentes tem de ser flexível e resistente a impactos, bem como possuir propriedades ópticas excepcionais, além de resistência à radiação ultravioleta – tudo isso levou à adoção da poliamida microcristalina neste caso. A armação dos óculos também foi feita de poliamida. O molde usado para a sua produção possui um complexo sistema de controle de temperatura, o qual deve considerar o fato de a liga metálica apresentar rápida solidificação. Isso requereu o uso de elementos de aquecimento cerâmicos e circuitos de resfriamento com água que devem ser acionados de forma coordenada.

Tubos de grande diâmetro

Não chega a ser novidade a produção de tubos de grande diâmetro feitos com poliolefinas, acima de 1.000 mm, como o mostrado na figura da página 91. Contudo, a demanda por água potável e saneamento nos países emergentes, bem como a recuperação da infraestrutura envelhecida em países já desenvolvidos, aumentaram muito a demanda por eles nos últimos tempos. Também o setor industrial passou a consumir mais desses tubos. Observou-se nesta edição da K que esse assunto recebeu grande atenção tanto por parte dos fabricantes de resinas como de extrusoras, que passaram a aproveitar as oportunidades de aperfeiçoamento ainda existentes para a produção desse tipo de



Tubo de plástico com grande diâmetro obtido por extrusão e corrugação

componente. Tubos de grande diâmetro ornaram os stands de várias empresas.

Na **SABIC** foi mostrado um tubo de PE extrudado com diâmetro externo de 2.000 mm e espessura de parede de 79,6 mm usado para condução de água, enquanto a **Borealis** apresentou um com diâmetro de 3.400 mm e espessura de parede de 12,8 mm.

A **Borealis** desenvolveu recentemente a resina BorECO para a fabricação de tubos de grande diâmetro. Trata-se de um polipropileno de alto peso molecular que possui alto módulo de elasticidade (2.000 MPa), permitindo a produção de tubos de alto desempenho sem a necessidade de acrescentar cargas minerais. De acordo com seu fabricante, além da grande rigidez mecânica, os tubos feitos com essa resina apresentam boa resistência ao impacto. Sua maior resistência mecânica permite reduzir sua espessura de parede, diminuindo seu peso e os custos de seu transporte e instalação.

Por sinal, essa empresa, junto

com a sua associada **Borouge**, lançou em 2007 o programa de responsabilidade social Water for the World (“Água para o Mundo”, www.waterfortheworld.net). Um de seus objetivos consiste no estabelecimento de parcerias não lucrativas visando proporcionar sistemas de água potável ou saneamento a populações carentes ou atingidas por desastres naturais. Acredita-se que um terço da população mundial ainda não tem acesso a esses recursos. De acordo com a empresa, cerca de 260.000 pessoas ao redor do mundo já foram atendidas de alguma forma pelo programa. Outra iniciativa foi o estabelecimento da Gulf Plastics Pipe Academy (Academia sobre tubos de plástico do Golfo Pérsico), uma organização que tem como objetivo proporcionar conhecimento e experiência a toda a cadeia envolvida no abastecimento e escoamento de água daquela região. O projeto também desenvolve programas para a conscientização de comunidades quanto à economia de água e como manter a sua qualidade.

Não por acaso, o Süddeutsches Kunststoffe-Zentrum (SKZ) (www.skz.de) exibiu na feira o resultado da pesquisa feita em parceria com a empresa iraniana



Instituto de pesquisa SKZ e empresa iraniana exibiram um tubo de PEAD com espessura de parede de 140 mm

PES e que estabeleceu um recorde mundial: um tubo de PEAD com espessura de parede de 140 mm, destinado ao transporte de água potável sob pressões de até 12,5 bar, e que substituirá a rede de tubos atualmente em uso nos arredores de Teerã. O material apresenta vantagens em relação aos tubos de aço, mais sujeitos à corrosão, e aos de concreto, pouco resistentes à movimentação de solo.

A união das seções dos tubos, que resistem a até 220°C, é feita por soldagem de topo, com ferramenta aquecida, e o instituto afirma ser possível oferecer uma garantia de 100 anos contra a corrosão. O desenvolvimento já despertou o interesse de países como os Emirados Árabes. O SKZ vai instalar no próximo ano uma agência em Dubai, que facilitará a transferência de tecnologia para a fabricação desse tipo de tubo.

Por sua vez, a **Total Petrochemicals** (www.total.com) apresentou uma nova resina de PEAD para uso em tubos pressurizados de água e gás, grau PE100 (ISO 9080) que, segundo a empresa, possui excepcional resistência ao trincamento, o que permite sua instalação diretamente no solo sem a necessidade de se preparar um leito de areia, ao contrário dos tubos convencionais. Isso reduz o custo da obra e a tão decantada “pegada de carbono” associada à extração e transporte da areia. Segundo a empresa, a cada 1.000 t de tubos convencionais instalados, o leito de areia que se faz necessário implica em emissões equivalentes a 800 t de gás carbônico para a atmosfera.

Diversos fabricantes de tubos extrudados com grande diâmetro estiveram presentes na K, inclusive da China, um sinal inequívoco da efervescência comercial do setor. Alguns exemplos são:

Dalian Sunlight Machinery (www.daliansunlight.com), **Yili Machinery** (www.yilihz.com.cn), **Weifang Zhong Yun Machinery** (www.zhong-yun.com) e **Zhang Jiagang Beier Machinery** (www.beierpm.com). Fabricantes já consagrados, como a alemã **Krauss Maffei Berstorff** (www.kraussmaffei.com), também expuseram sua linha de equipamentos para a fabricação desse tipo de tubo, como extrusoras, matrizes, corrugadores (para tubos com diâmetro até 2.500 mm), sistemas de corte etc. A empresa também fabrica equipamentos para a produção de tubos helicoidais e reforçados com tiras de aço.

Também a área de periféricos para a fabricação de tubos de grande diâmetro mostrou-se ativa. A **Drossbach** (www.drossbach.de) mostrou seus sistemas para a fabricação de tubos coextrudados corrugados para vários tipos de aplicações, como esgoto, drenagem, irrigação, cabos etc. Sua linha de corrugadores vai desde o modelo HD250 até HD 1800, que podem produzir tubos com até três camadas ao longo da espessura, nos materiais PEAD, PP ou PVC, e com diâmetro de 80 a 1.800 mm. Também a **Unicor** (www.unicor.com) apresentou seus novos corrugadores para tubos de plástico, com diâmetro de até 2.400 mm, destinados ao escoamento de águas pluviais.

A alemã **Krah AG** (www.krah.net) apresentou seus sistemas para corte elétrico por serra para tubos de plástico com diâmetro externo de até 4.000 mm. Eles podem executar cortes precisos e reproduzíveis em apenas quinze minutos, uma tarefa que, se executada manualmente, pode levar mais de meio dia e dificilmente mostrará a mesma qualidade do corte executado por máquina.

A também alemã **Inoex** (www.inoex.com) exibiu os sistemas

Ecco para medição por ultrassom da concentricidade de tubos de grande diâmetro durante a extrusão. Sensores são instalados no calibrador da máquina e medem a espessura de parede dos tubos assim que eles passam por essa seção, apontando de imediato alterações verificadas e o local em que se encontram.

Equipamentos para transformação

O desenvolvimento de novas fontes de *laser* com alta qualidade de feixe – por exemplo, de fibra e de disco – está viabilizando novos processos para a soldagem de polímeros. Um desses desenvolvimentos recentes, feitos pelo Instituto Fraunhofer para Tecnologia do *Laser* (ILT, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, www.ilt.fraunhofer.de), é o processo de soldagem por transmissão pela técnica de varredura incremental ou TWIST (*transmission welding by an incremental scanning technique*). Nesta abordagem, a alta capacidade de foco dessas novas fontes de *laser* pode ser usada para produzir

rapidamente cordões de solda com alta qualidade. Ela combina as características da soldagem quase simultânea a *laser* de polímeros ao longo de contornos, baseando-se numa oscilação altamente dinâmica do feixe de *laser* durante o movimento ao longo do contorno de soldagem. Dessa forma, o feixe de *laser* passa através de cada incremento do contorno por várias vezes, levando a uma evolução de temperatura precisamente controlada na área de soldagem. Essa complexa estratégia de irradiação amplia as possibilidades de se controlar a deposição de energia do *laser*, permitindo a concepção de um processo de soldagem robusto, confiável e de alta qualidade para componentes poliméricos.

A injeção de peças multicomponentes tem crescido no mercado europeu, sobretudo devido à possibilidade de fabricar em um único molde peças que combinam diferentes insumos sem a necessidade de montagem posterior. A tendência levou a portuguesa **Plasdan** (www.plasdan.pt) a firmar um acordo com a alemã **Windsor** (windsor-gmbh.de), para o forne-

cimento de unidades de injeção secundária e mesas rotatórias elétricas, ambos com a finalidade de *retrofitting* de injetoras para que passem a trabalhar com mais de um material. A canadense **Mold Masters** (www.moldmasters.com) também detectou o potencial desse mercado e exibiu em seu estande uma unidade de injeção totalmente elétrica adaptável, em princípio, a qualquer tipo de injetora, na posição horizontal ou vertical.

Um evento paralelo à K, a feira sobre equipamentos para processamento de chapas metálicas Euroblech, ocorrida em Hanover, apresentou uma novidade interessante para a área do plástico. Trata-se das prensas fabricadas pela **Schüler** (www.schulergroup.com) para a produção em massa de autopeças por meio da conformação de chapas de plásticos reforçados com fibras, como compostos para moldagem de chapas (SMC, *sheet moulding compound*), termoplásticos reforçados por mantas de fibras de vidro (GMT, *glass mat thermoplastics*), termoplásticos reforçados com fibras longas (LFT, *long fibre*) 

reinforced thermoplastics) e moldagem por transferência de resina (RTM, *resin transfer moulding*). Esses materiais vêm ganhando a preferência das montadoras automotivas em função de seu menor peso em comparação com as ligas metálicas, da ordem de 50%, sendo usadas na fabricação de peças como tetos para modelos esportivos. Essas prensas encontram-se disponíveis em vários modelos, com carga variando entre 2,1 e 3,6 t, dimensões das placas entre 3.000 x 2.000 e 3.600 x 2.400 mm², curso de deslizamento entre 1.800 e 2.000 mm e velocidade de fechamento de 800 mm/s. As primeiras prensas para conformação de chapas em massa pelo processo de moldagem por transferência em resina já estão sendo instaladas na Alemanha e deverão iniciar sua produção no segundo trimestre de 2011.

Ferramental dá apoio à evolução do maquinário

O aprimoramento das máquinas está fortemente ligado à alta capacidade técnica do setor de moldes, que exibiu na feira, em parceria com os fabricantes de injetoras, refinamentos relacionados ao projeto e aos sistemas de controle de movimentação das ferramentas.

A **Arburg**, por exemplo, exibiu maquinário equipado com um ferramental desenvolvido em parceria com a fabricante de moldes também alemã **Zahoransky**, e denominado Paternost, inspirado nos sistemas de movimentação contínua que levam esse nome. O conjunto foi montado em uma injetora totalmente elétrica de 320 toneladas, para a moldagem de peças com dois componentes. É formado por duas estações, com três conjuntos de cavidades que

se movimentam por servomotores de forma a promover o aproveitamento total do tempo de ciclo nos estágios de injeção, sobreinjeção e desmoldagem. O projeto de molde e o ajuste da máquina são feitos de forma que o tempo de resfriamento seja o mesmo dispendido na injeção de cada um dos componentes. O método é uma alternativa aos sistema com mesa rotativa, cuja construção limita o espaço para a instalação dos moldes.

Outro conceito exibido pela **Arburg** alia o conhecimento técnico necessário ao desenvolvimento de moldes e de máquina. Trata-se do sistema Cube, com um molde central no formato de cubo, que se liga a unidades de injeção de ambos os lados. Para isso, uma segunda unidade de injeção foi montada sobre a placa móvel da máquina. O fornecedor de molde, neste caso, foi a empresa alemã **Foboha**.

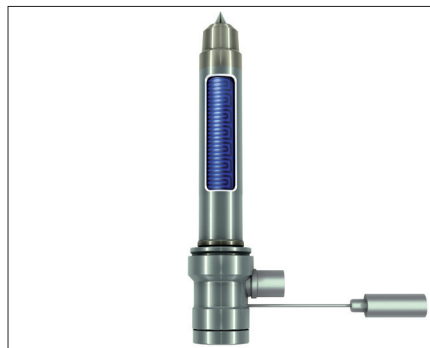
Em uma máquina da **Wittmann Battenfeld**, um sistema de refri-



Representação gráfica do molde com esferas de aço para a circulação da água de refrigeração, montado em uma injetora da Wittmann Battenfeld, para a moldagem de carcaças de sistemas de navegação GPS

geração inusitado para promover a rápida troca de calor chamou a atenção. O molde, destinado à fabricação de carcaças para sistemas de navegação GPS, moldadas em ABS da **Basf**, tinha a área imediatamente posterior à cavidade preenchida com esferas de aço (foto da página 94), e no espaço entre elas circulava a água do sistema de refrigeração. Esse tipo de construção, já conhecido como Variotherm, garantiria a queda rápida da temperatura. Em alguns segundos, passa-se dos 150°C registrados no fechamento da unidade para 70°C durante o recalque e a desmoldagem, o que assegura o acabamento brilhante do componente e a ausência de linhas de junção. O tempo de ciclo da moldagem é de 40 s, e o modelo de máquina em questão era o EcoPower 110, de 110 toneladas. Os parceiros envolvidos no desenvolvimento foram a **Kistler** (instrumentação), a Lenkzes, o instituto de plásticos de Lüdenscheld e o Polymer Competence Center (PCCL), de Leoben (Alemanha).

A redução do tamanho dos moldes é uma das propostas apresentadas pela fabricante de sistemas de câmara quente alemã **Günther**



Bico da linha Blue Flow, da Günther, com resistência em forma de filme

(www.guenther-hotrunner.com), que emprega em seus produtos da linha Blue Flow elementos de aquecimento em forma de filme,

os quais promovem uma reação térmica mais rápida, além de proporcionar a redução do tamanho dos bicos, o que resulta em mais liberdade para o projetista de moldes. A empresa procura representantes no Brasil, e os interessados podem entrar em contato com Horst-Werner Bremmer, pelo e-mail brm@guenther-heisskanal.de.

A fabricante de moldes austríaca **ifw** (www.ifw.at) respondeu à demanda dos transformadores por ferramentas mais eficientes com o desenvolvimento de um sistema elétrico de movimentação de machos que torna possível a fabricação de peças com parâmetros de desmoldagem diversos, abrindo novas possibilidades para o projeto de ferramentas. Movimentos rotativos e axiais podem ser controlados de forma independente ou simultânea, com acionamento por dois servomotores. Sensores integrados ao molde possibilitam o uso de programas distintos para a movimentação dos machos e para o desrosqueamento.

A **Krauss-Maffei Berstorff** mostrou seu sistema QuickSwitch para troca de diâmetro e espessura de parede de tubos extrudados sem necessidade de paralisação do equipamento, evitando, assim, a perda de produtividade e geração de rejeitos associada à parada e substituição manual da matriz. O novo equipamento pode ser usado para tubos feitos com poliolefinas e PVC, dentro de uma faixa de diâmetros entre 25 e 63 mm. O equipamento está disponível em duas versões: manual ou totalmente automatizada.

A Cátedra de Tecnologia de Plásticos da Universidade de Erlangen (Lehrstuhl für Kunststofftechnik - Universität Erlangen, www.lkt.uni-erlangen.de) apresentou um sistema para controle dinâmico da temperatura do molde com o

objetivo específico de aumentar a durabilidade dos dentes de engrenagens plásticas feitas com resinas parcialmente cristalinas por elevação da temperatura do molde no instante da introdução do material. Isso acontece porque, sob tais condições, ocorre aumento da fração cristalina do polímero, particularmente em sua superfície. Por outro lado, é necessário minimizar o tempo de ciclo da moldagem por injeção para assegurar a produtividade do processo e, dessa forma, sua viabilidade econômica. O molde usado dispunha de machos produzidos pelo processo de *laser-cusing*, o qual permite ajustar o formato dos canais de fluido para controle de temperatura ao da peça que está sendo moldada, tornando o controle de temperatura mais flexível. No caso da moldagem de engrenagens de POM, é necessário que o molde esteja sob temperatura em torno de 150°C no momento da introdução da resina plástica na cavidade. Se a temperatura do molde for menor do que essa, haverá a formação de uma camada periférica de polímero amorfo, o que é deletério para a resistência ao desgaste dos dentes da engrenagem. Dessa forma, o sistema de controle de temperatura do molde faz com que ele esteja na temperatura adequada no momento da injeção da resina e, imediatamente a seguir, promove intenso resfriamento para que a peça seja desmoldada sob temperatura da ordem de 80°C, cerca de 13 segundos após a introdução da resina na cavidade. Assim, a morfologia da resina ao longo dos dentes da engrenagem fica uniforme, garantindo a melhoria das propriedades da engrenagem.

A elevação da temperatura do molde no momento da injeção também é importante para a

produção de peças funcionais que devam apresentar superfícies com texturas que proporcionam efeitos especiais, como características antirreflexão (efeito de “olho de mariposa”), autolimpante (efeito lótus) etc. Mas, como no caso anterior, o resfriamento após a injeção da resina deverá ser rápido, de forma a minimizar o tempo de ciclo de fabricação da peça. O Instituto para Transformação de Plásticos da Universidade Técnica de Aachen também está trabalhando em sistemas flexíveis para controle de temperatura nos moldes por injeção usando *laser* para aquecimento preciso e localizado do molde. Esse sistema pode alcançar velocidades de até 300°C/s, em comparação com os 60°C/s alcançados pelos aquecedores por indução. Contudo, ainda há problemas a serem resolvidos no aquecimento de moldes a *laser*, tais como heterogeneidade radial e a necessidade de usar um inserto de quartzo.

Embalagens

O aquecimento do mercado de PET levou a canadense **Husky** a lançar a linha HPP PET (de *high performance packaging*), com acionamento hidromecânico e unidades de plastificação e fechamento elétricas. Um dos modelos expostos fabricava pré-formas de 9,9 gramas, em um molde de 96 cavidades para o sopro de frascos de 500 ml para água mineral, com gargalo do tipo europeu (29/25). Com tempos de ciclo de 5,2 s, o equipamento produz 66 mil pré-formas por hora. A velocidade de trabalho, com uma redução dos tempos de ciclo de 5% em relação ao modelo HPP anterior da própria fabricante, permitiu a redução de peso das pré-formas, em cuja base foi feita uma modificação de projeto que as torna 2,5% mais

leves do que modelos convencionais. Com sua estratégia de fornecer também os periféricos e o sistema de controle, que centraliza todos os comandos, a **Husky** passou a compor verdadeiras células de manufatura, e em breve implantará nos moldes de sua fabricação um *chip* em que estarão contidas todas as informações a respeito da “vida” da ferramenta, o que permitirá ao operador acompanhar, em modo *wireless*, todo o seu histórico de eventos, incluindo paradas de manutenção e eventuais defeitos detectados.

A fabricante canadense de sistemas de câmara quente **Mold Masters** (www.moldmasters.com) também voltou suas atenções para o mercado do PET. Após a compra da empresa Abba, especializada no segmento, a companhia anunciou a criação da linha MasterPET de sistemas, em um redirecionamento que também ocorreu na unidade brasileira da companhia. Esta passou a concentrar suas atenções no ramo de pré-formas, com o fornecimento de sistemas para até 192 cavidades e com controle de até 256 zonas.

Entre os fabricantes de sopradoras, a ênfase foi mais uma vez no desenvolvimento de modelos totalmente elétricos ou híbridos, tendo em vista os mesmos objetivos buscados no segmento de injeção: eficiência energética e o controle mais preciso do processo.

Assim, as alemãs **Uniloy Milacron** (www.uniloy.com) e a **MBM** (www.mbm-gmbh.com) expuseram seus modelos totalmente elétricos, enquanto a norte-americana **Jomar** (www.jomarcorp.com) optou pelo caminho das híbridas, mostrando uma injetora-sopradora com acionamento elétrico da rosca. Já a **Bekum** (www.bekum.com) também lançou a sua versão 100% elétrica, a EBlow, para o sopro de frascos de PE e PP, que promete economia de energia na faixa de 50% (ou 25%, se usada com extrusora convencional para os *parisons*).

A francesa **Sidel** (www.sidel.com), por sua vez, exibiu um sistema de troca rápida de moldes Modulomold, visando à flexibilização das linhas de produção de seus clientes. De acordo com informações da empresa, no modelo SBO 20, por exemplo, 20 conjuntos de ferramentas podem ser trocados por completo em 18 minutos, mudando completamente o formato dos frascos moldados. O sistema pode ser instalado nas gerações mais recentes das máquinas da linha SBO Universal. A companhia



Sistema de troca rápida da Sidel torna possível a mudança de formato das garrafas em alguns minutos

divulgou ainda a adaptação de insertos no interior dos moldes para modificação dos formatos das garrafas.

Também visando à flexibilidade das linhas, a alemã **Krones** (www.krones.com) investiu no controle do aquecimento das pré-formas antes do sopro, com um novo conceito de forno por infravermelho, denominado Flex Wave, para as máquinas da linha Contiform. Com ele, a empresa afirma ser possível usar menos energia e aumentar a flexibilidade do processo, tendo em vista que o sistema funciona da mesma maneira para pré-formas de *grades* e cores diferentes ou com materiais que levam proporções diversas de insumo reciclado.

Já a japonesa **Nissei-ASB** (www.nisseiasb.com.br) apresentou o modelo HSB-6M, para o processamento de frascos de PET de boca larga para envase a quente, para acondicionamento de molhos, picles e conservas em geral. A empresa aposta na substituição gradativa dos frascos de vidro nessas aplicações, oferecendo uma linha para produção de recipientes que suportam o aquecimento a até 90°C. O equipamento pode produzir frascos de 300 a 600 ml, com gargalo de 63 mm a uma taxa nominal de 6.000 unidades/h.

A italiana **Siapi** (www.siapi.it) apresentou uma nova concepção de garrafas de PET moldadas por sopro, nas quais a garra é constituída de resina poliolefínica e moldada separadamente por injeção. A garra nervurada é introduzida já pronta na máquina sopradora durante a moldagem da garrafa. A incorporação da garra de poliolefina à garrafa de PET se dá durante a etapa de sopro, com a soldagem incipiente da garra com o PET no estado viscoelástico e por ação mecânica de agarramento

do PET aos ressaltos da garra. Esse sistema, denominado HandleMatic, foi patenteado pela empresa e já está sendo utilizado para a fabricação de garrafas com até 19 litros de capacidade (5 galões). De acordo com informações divulgadas na feira, essa nova concepção de garrafa possui melhor capacidade de carga. A empresa prometeu para breve a adoção desse sistema em moldes com quatro cavidades para a produção de garrafas com até 3 litros de capacidade.

A **Krauss Maffei** apresentou sua calandra planetária (PlanetCalander), projetada especificamente para a fabricação de filmes transparentes de PC, PMMA, PET-G, A-PET, SAN e ABS. O equipamento trabalha com condições específicas de resfriamento conforme a aplicação objetivada, por meio do ajuste do terceiro rolo. O ângulo de entrada da resina é ajustado de forma precisa com a inclinação da estrutura da base.

Ocupando cada vez mais espaço como processo complementar de fabricação de frascos, a extrusão de tubos para cosméticos ganhou novo impulso com o lançamento da máquina da alemã **Breyer** (www.breyer-extr.com), representada no Brasil pela **Plastic-Welt** (São Paulo, SP). O equipamento produz bisnagas a partir de laminados plásticos pré-impressos em *off set*, com até cinco camadas e com diferentes formatos obtidos pelo simples ajuste da matriz. Camadas funcionais também podem ser adicionadas com relativa facilidade, assim como o uso de resinas de toque suave. Para fazer o fechamento dos frascos são usadas encabeçadoras fornecidas por empresas como as suíças Aisa, PSG e Combitoool. Sidney Pasquarelli, da **Plastic-Welt**, destacou que, em relação ao sopro de frascos, o processo tem como

principal atrativo o *lead time* reduzido: “a partir da mudança de *masterbatch*, clichê de impressão e tipo de corte, tem-se um novo produto”. Isso conferiria à indústria de cosméticos maior agilidade no lançamento de novos produtos. Segundo Sidney, o mercado brasileiro consome atualmente em torno de 300 milhões de bisnagas/ano de produtos cosméticos e farmacêuticos, e a expectativa é que haja um crescimento de 15 a 20% ao ano nos próximos cinco anos. O consumo na comunidade europeia está estimado atualmente em 6,5 bilhões de bisnagas/ano, enquanto o dos Estados Unidos está em 4,5 bilhões.

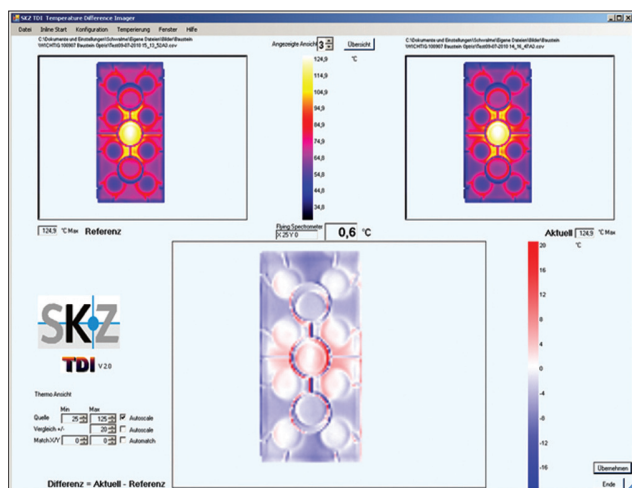
Instrumentação

Uma demonstração do potencial dos sistemas de medição e inspeção integrados às linhas de fabricação foi feita no estande da **Wittmann Battenfeld**, onde foi exposta uma célula de produção robotizada e equipada com uma câmera para captação do perfil térmico das peças moldadas. Instalado na base do robô extrator, o dispositivo possui resistores termossensíveis que detectam a temperatura das diferentes regiões da peça moldada, em com-

primentos de onda na faixa de 7,5 a 13 mm, sob cinco ângulos diferentes, à medida que ela é movimentada pelo robô. As informações sobre o perfil térmico do componente são então registradas e enviadas a um *software* de controle integrado ao comando da máquina, que envia sinais para que seja feito o controle de vazão da água do sistema de resfriamento do molde, de forma a corrigir eventuais desvios que estejam causando o arrefecimento irregular da peça; no caso, uma peça do tipo Lego, moldada em ABS, em ciclos de 35 s. O modelo de máquina que compunha a célula era o EcoPower 240, com 240 t de força de fechamento. O sistema de visão em tempo real e o *software* empregados na medição do perfil térmico integram o equipamento Termo Imager, desenvolvido pela alemã **Micro-Epsilon** (www.micro-epsilon.com), cuja faixa de cobertura vai de -20 a 900°C.

Já o instrumento de medição em linha desenvolvido pela alemã **ColVisTec** (www.colvistec.de) analisa alterações de cor ainda durante a extrusão. Trata-se de um espectrofotômetro com uma sonda instalada ao final da linha de plastificação. Como todo

equipamento desse tipo, ele emite luz e, na reflexão, mede desvios no padrão de cor da massa fundida, os quais podem estar relacionados a alterações de parâmetros como pressão, temperatura e velocidade da rosca. Para materiais transparentes é recomendada a instalação



Perfil térmico da peça inspecionada pelo equipamento Termo Imager, demonstrado em estande da Wittmann Battenfeld

Conexões Super-Rápidas SérieCompact.



Nova linha de conexões
em Tecnopolímero Camozzi.

→ Confiabilidade

→ Flexibilidade

→ Fácil
Manutenção



Ar que move o mundo.

Camozzi do Brasil Ltda

Tel.: 55 19 2137-4500

Camozzi@camozzi.com.br

www.camozzi.com.br

REPORTAGEM

100 – PLÁSTICO INDUSTRIAL – JAN. 2011

de duas sondas, que são rosqueadas em furos de diâmetro padrão (12,7 mm) ao longo do canhão da máquina. As medições são feitas a cada 10 segundos, diretamente no fluxo de material, sem a retirada de amostras, e eventuais ajustes necessários podem ser feitos imediatamente. A sonda é construída com uma ponta de safira, material com dureza próxima à do diamante, e que é capaz de resistir às condições típicas do processo, tais como temperaturas acima de 400°C e pressões superiores a 345 bar, além da constante fricção devido ao movimento contínuo do material fundido.

Para a medição de cor em processos não contínuos, a alemã **Color Lite** (www.colorlite.de) desenvolveu em parceria com o instituto de pesquisa SKZ um espectrofotômetro com uma sonda contendo um sensor por raios infravermelhos, que faz a medição de cor das peças recém-desmoldadas, ainda quentes, evitando o desvio por termocromismo, ou seja, a alteração de cor devido à mudança de temperatura. Ao antecipar a detecção de problemas, o aparelho permite a execução de ajustes durante o processo de produção.

Para o setor de laminados, o Instituto de Transformação de Plásticos da Universidade Técnica de Aachen, em associação com o Instituto Fraunhofer para Tecnologia do *Laser* (ILT), desenvolveram um novo sistema para medição em linha da espessura de filmes poliméricos tubulares sob velocidades de até 450 m/min. Esse sistema também é capaz de medir com precisão as espessuras das camadas de filmes com múltiplas camadas. Essa é uma característica importante, já que a espessura das camadas de barreira nos filmes

tubulares é muito pequena, situando-se entre 1 e 20 μm . Se sua medição não puder ser feita de forma precisa, o transformador precisa usar maior quantidade do dispendioso material de barreira (por exemplo, EVOH), de forma a garantir as características especificadas para o filme, o que aumenta seus custos de produção. Logo, uma medição mais precisa da espessura da camada de barreira permitirá o uso da quantidade estritamente necessária no filme, reduzindo os custos. O novo sistema possui um sensor de interferometria de luz infravermelho que detecta alterações no índice de refração do filme. Essas variações podem ser rastreadas sobre a superfície do filme, bem como no local onde as camadas do filme se tocam. Testes efetuados em fabricantes de filmes apresentaram bons resultados.

Um sistema similar, mas aplicado à extrusão de tubos, foi desenvolvido pela empresa dinamarquesa **SciTeq** – Scientific Test Equipment (www.sciteq.com). Esse equipamento, denominado X-ACT, usa a tecnologia de varredura por raios-X para medir em linha a espessura de tubos monocamada, multicamadas ou compósitos. Sua tecnologia patenteada pode medir espessuras individuais de camada, densidades de material e a ovalidade do tubo. Um novo módulo desse sistema, denominado TwinEye (olho gêmeo), pode efetuar as medições ao longo de 360°.

Uma novidade anunciada por várias empresas e instituições durante a feira foram equipamentos para tomografia computadorizada de peças plásticas. De forma análoga à versão dessa técnica já consagrada na medicina, ela permite a observação

da estrutura interna das peças em plástico. O aparelho basicamente consiste de uma mesa rotativa, um manipulador, uma fonte e um detector de raios-X. A peça é colocada na mesa rotativa, onde é rotacionada e submetida aos raios-X. O detector recebe os raios-X após atravessarem a peça, sendo então geradas as imagens correspondentes, as quais são armazenadas e processadas num computador, gerando visualizações tridimensionais. As descontinuidades da peça absorvem os raios-X de forma diferente da resina plástica que a constitui, sendo tais diferenças registradas nas imagens obtidas. Dessa forma, é possível visualizar a distribuição, orientação, tamanho e geometria das cargas inorgânicas e agentes de reforço; detectar a distribuição de defeitos internos, como vazios e inclusões; analisar espumas; caracterizar uniões por colagem e soldagem; analisar peças constituídas por múltiplos componentes; efetuar medidas dimensionais etc. Esse tipo de equipamento foi anunciado pelo Instituto de Transformação de Plásticos, Cátedra de Tecnologia de Plásticos da Universidade de Erlangen, entre outros. Já a **Karl Zeiss** (www.zeiss.com), tradicional empresa alemã do setor óptico, foi além ao exibir na feira o instrumento de medição por coordenadas Metrotom 800, um “metrotomógrafo” que combina recursos de tomografia computadorizada com a medição 3D e a inspeção estrutural de peças feitas em plásticos, compósitos e materiais cerâmicos. O aparelho executa medições dimensionais e a inspeção da estrutura de peças na profundidade de até 150 mm, com precisão de 4,5 μm .

Reciclagem

A reciclagem, mais do que nunca, está na ordem do dia. Mas, surpreendentemente, até hoje não há nenhuma instalação industrial que recicle polímeros fluorados, como é o caso do politetrafluoroetileno (PTFE), de tanta importância no mundo de hoje. E o problema só tende a se agravar, à medida que aumenta o consumo desse tipo de resina, que não pode ser queimada, pois os vapores resultantes são muito corrosivos, até para a própria instalação de incineração. O mero descarte no meio ambiente está se tornando cada vez mais impopular. Uma solução está sendo proposta pela Universidade de Bayreuth (www.uni-bayreuth.de), em associação com a empresa **Dyneon** (www.dyneon.com), um dos grandes produtores do PTFE. Ela consiste na despolimerização do PTFE, produzindo-se monômeros gasosos como tetrafluoroeteno e hexafluorpropeno. No momento a rota química desenvolvida consegue recuperar 93% dos gases produzidos pela despolimerização. Obviamente, esses monômeros poderão ser usados para a produção de PTFE virgem ou outra aplicação que envolva o uso dessas matérias-primas na indústria química. A questão agora é viabilizar o processo para aplicação em escala industrial. A alternativa mais promissora é o uso de reações em leito fluidizado, nas quais os fluoropolímeros serão aquecidos muito rapidamente, resultando numa pirólise que produzirá os monômeros. Serão usadas micro-ondas nesse processo, entre outras fontes de calor. A viabilização do processo não só reduzirá a quantidade de rejeitos pós-consumo, como também reduzirá o uso das matérias-primas necessárias à síntese do PTFE. 