

O GERENCIAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE PEÇAS ESTAMPADAS NA ERA DO GÊMEO DIGITAL

POR LEANDRO GUIMARÃES CARDOSO

O desenvolvimento de peças estampadas para a indústria é em geral considerado como um segmento já bem estabelecido, cujas tecnologias envolvidas (modelamento 3D, programação CNC e etc...) estão perfeitamente dominadas por pessoal treinado e experiente na execução das tarefas necessárias. Atualmente isto inclui até mesmo os sistemas de simulação computacional da estampagem, utilizados para a verificação antecipada da funcionalidade dos processos de estampagem em estudo através de sofisticados modelos de cálculo empregando o Método dos Elementos Finitos e avançadas representações gráficas dos resultados da conformação das chapas e sua montagem, no que é hoje conhecido como "Gêmeo Digital do Processo".

Entretanto, a grande maioria dos tomadores de decisão que atuam nesta área, principalmente supervisores e gerentes dos departamentos envolvidos dentro de cada empresa, ainda tem formação mais antiga e trazem uma experiência anterior à disponibilidade dos recursos oferecidos pelo Gêmeo Digital. Como resultado, existe uma tendência a que os desenvolvimentos neste segmento ainda se atenham ao planejamento e aos procedimentos tradicionais, em geral utilizando o Gêmeo Digital do Processo apenas como uma espécie de "seguro" contra possíveis erros mais graves na definição dos processos e no projeto das ferramentas e dispositivos. Mas raramente se utiliza todo o potencial oferecido por estas tecnologias para a redução dos custos e prazos no desenvolvimento dos ferramentais ao mesmo tempo em que se busca a melhoria na qualidade das peças produzidas e da produtividade das próprias linhas de estampagem e de montagem dos conjuntos de peças de chapa estampada.

O objetivo deste artigo é então discutir a forma como o gerenciamento do desenvolvimento de peças e conjuntos estampados e seus ferramentais pode ser aperfeiçoado para permitir o uso mais abrangente dos recursos disponibilizados pelo Gêmeo Digital, garantindo o total aproveitamento das vantagens oferecidas por ele e maximizando os benefícios obtidos com sua utilização.

Serão apresentadas as potenciais aplicações destas tecnologias às diversas etapas necessárias para se obter a fabricação de componentes de chapa metálica e a sua montagem em conjuntos com qualidade e produtividade, e como sua aplicação deve ser prevista e coordenada com as demais atividades para maximizar o aproveitamento das importantes informações que podem ser obtidas através da sua utilização.

FASES INICIAIS DO DESENVOLVIMENTO DE PEÇAS E CONJUNTOS ESTAMPADOS:

Tradicionalmente é o pessoal do departamento da engenharia do produto o responsável pelo desenvolvimento de peças e conjuntos estampados, trabalhando com o foco na adequação dos projetos em andamento às condições de operação dos produtos finais, sejam eles veículos, eletrônicos, eletrodomésticos ou qualquer outro bem que inclua este tipo de componente. E para isso a aplicação do Gêmeo Digital do Produto já é uma tecnologia bem estabelecida, sendo amplamente empregada em análises de resistência estrutural, vibrações, efeitos térmicos e etc. Contudo, em muitos casos os projetistas e engenheiros responsáveis pelos projetos possuem um conhecimento apenas limitado sobre os processos reais de fabricação de cada componente e conjunto pelos quais estão responsáveis, pois sua formação e experiência são focados na avaliação do funcionamento de cada um deles em operação mas não especificamente nos detalhes de sua manufatura.

É claro que algum conhecimento sobre a forma de produção é fundamental para o projeto de qualquer peça, mas exigir que os projetistas de produto conheçam em detalhes os processos de manufatura que serão empregados em cada componente que desenvolvem não é algo a que muitas empresas possam se dar ao luxo de fazer, até pela dificuldade em se encontrar pessoal com experiência suficiente. Assim sendo, muitos dos problemas encontrados no desenvolvimento dos processos de estampagem e montagem de peças de chapa metálica decorrem de detalhes muitas vezes simples que não fo-

AutoForm

O líder mundial em software de engenharia de conformação de chapas metálicas e montagem de carrocerias brutas

ram previstos na concepção destas peças. Coisas como ângulos de parede, raios de dobra, profundidade de repuxo, especificações de tolerâncias e etc, poderiam muitas vezes ser facilmente alteradas na etapa inicial de projeto dos componentes sem que sua funcionalidade fosse afetada, com grande potencial para simplificar a manufatura e reduzir custos dos processos e ferramentais de produção, permitindo assim obter produtos finais mais baratos e com melhor qualidade. Isso caso os problemas de estampagem e montagem pudessem ser conhecidos de forma antecipada.

Neste momento a aplicação do Gêmeo Digital do Processo, mesmo que utilizando modelos simplificados, permite pelo menos avaliar rapidamente a adequabilidade do projeto em execução aos processos de manufatura e montagem pretendidos, permitindo otimizar cada peça também para as condições de manufatura e não apenas para as de operação. Se utilizada de forma adequada esta capacidade tem grande potencial de encurtar os prazos de colocação dos projetos em produção e reduzir os seus custos gerais, ao mesmo tempo em que aumenta a sua qualidade. A figura 1 abaixo mostra um exemplo de análise e otimização para manufatura de uma peça estampada através da utilização de um modelo de Gêmeo Digital:

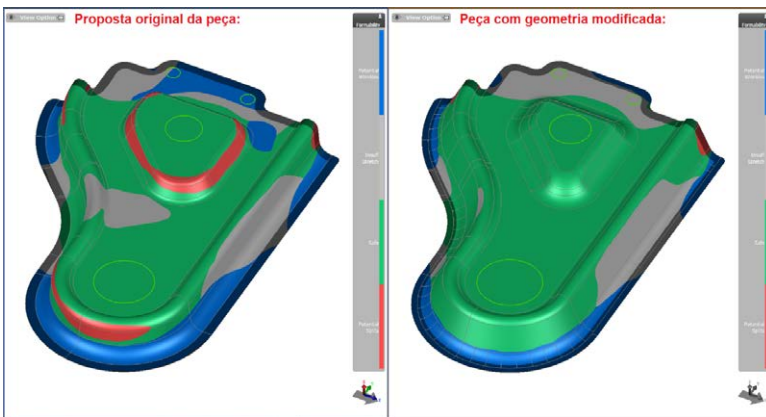


Figura 1: Projeto inicial de peça de chapa metálica mostrando problemas de ruptura durante a estampagem e a geometria modificada da mesma peça mostrando estiramento adequado sem riscos de ruptura.

Já a figura 2 a seguir mostra o estudo de montagem de peças estampadas unidas através de solda, permitindo avaliar antecipadamente o resultado dimensional do conjunto final e consequentemente determinar de forma mais assertiva as tolerâncias dimensionais que devem ser especificadas para cada um dos componentes individuais.

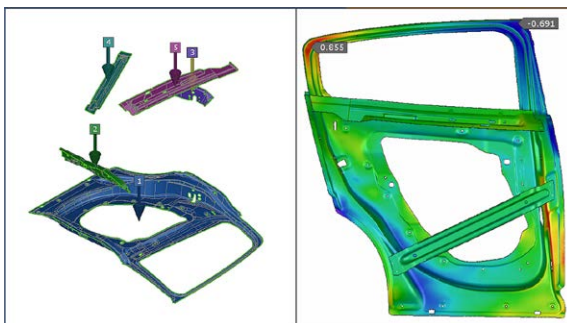


Figura 2: Avaliação de um processo de montagem e solda de peças estampadas, mostrando os resultados dimensionais do conjunto.



As soluções de software da AutoForm formam uma plataforma completa para a engenharia, avaliação e aperfeiçoamento dos processos de conformação de chapas metálicas e montagem de carrocerias brutas. Esta plataforma permite a total digitalização, o perfeito fluxo de dados e informações e a integração dos padrões da Indústria 4.0.

Endereço:

Rua José Versolato nº 101,
conjunto nº 142-Torre A
Centro- São Bernardo do Campo, São Paulo
CEP 09750-730,
Brasil

Telefone: (11) 4121-1644

E-mail: info@autoform.com.br

AUTOFORM
Forming Reality

A implementação do gêmeo digital na Engenharia do Produto pode ser efetuada de diferentes formas, indo do treinamento dos próprios engenheiros e projetistas deste departamento no uso da tecnologia até a formação de uma equipe dedicada de especialistas para suporte a estas atividades, passando pelo apoio integrado da engenharia de manufatura ao departamento de engenharia de produto. Em termos de utilização, os modelos simplificados de Gêmeo Digital aplicáveis nesta etapa não exigem conhecimentos profundos de detalhes dos processos de estampagem e permitem a obtenção de resultados de forma bastante rápida, sendo que sua utilização em si não tende a afetar de forma significativa o desenvolvimento dos projetos. Contudo, sua implementação enfrenta dois obstáculos que precisam ser antecipados para permitir seu sucesso: A definição dos prazos de desenvolvimento e o descompasso temporal entre os investimentos necessários e o retorno obtido.

No caso dos prazos de desenvolvimento, eles são afetados não tanto pela aplicação do Gêmeo Digital em si, mas pelo fato de que uma vez identificados problemas de manufatura nas peças e conjuntos em desenvolvimento ser necessário alterar os projetos sem deixar de levar em conta todos os requisitos de montagem e operação. Isso evidentemente demanda tempo, estendendo consideravelmente os prazos de projeto embora no final apenas o mesmo número de peças/conjuntos planejado tenha sido efetivamente projetado. Desta forma, se analisada apenas do ponto de vista da própria engenharia do produto a implantação do Gêmeo Digital serve somente para atrasar os trabalhos do departamento. E isso evidencia o segundo obstáculo, que é o fato de que as vantagens do uso do Gêmeo Digital nesta etapa inicial não serão percebidas até que comecem os projetos das ferramentas ou que estas sejam colocadas em *tryout* e produção, em geral apenas muito depois da engenharia do produto ter dado por encerrados os seus trabalhos naquele projeto.

Assim, apesar das evidentes vantagens que oferece, a implementação do conceito do Gêmeo Digital dos processos de manufatura nas etapas iniciais de projeto das peças e conjuntos estampados poderá parecer à primeira vista inconveniente e mesmo contraproducente, se apenas o próprio departamento de engenharia do produto for considerado. Caberá aos níveis mais altos de gerência, que tiverem a responsabilidade de cuidar do desenvolvimento dos produtos como um todo, indo até confecção dos ferramentais e à produção seriada, avaliar os benefícios que seu uso pode trazer às empresas e cuidar para que os cronogramas, os procedimentos e a integração entre os departamentos sejam adaptados de forma a permitir que as tecnologias disponíveis possam ser empregadas de forma adequada já na etapa inicial, visando alcançar posteriormente os grandes benefícios potenciais na preparação dos ferramentais e durante a produção.

NO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTAÇÃO:

A etapa de planejamento dos processos e orçamentação de peças e conjuntos estampados geralmente já é atribuída a pessoal com conhecimentos e alguma experiência nos processos de estampagem e montagem, que conhece razoavelmente os detalhes de cada um e consegue identificar quais serão as necessidades durante a produção. É bastante comum também que se utilizem o histórico preexistente de construção de ferramentas e fabricação para a realização de estimativas de custos, inclusive com o auxílio de planilhas customizadas e programas de computador dedicados.

Contudo, em geral as avaliações baseadas em dados históricos consideram apenas o tipo de peça, seu tamanho, material empregado e etc... , mas não avaliam aspectos mais específicos relativos à geometria e outras propriedades reais de cada componente ou conjunto. Desta forma muitas vezes detalhes importantes que vão afetar os custos do ferramental e de produção acabam não sendo considerados, além dos casos em que a nova peça possui um desenho ou material inovador que não se assemelha aos que já foram implementados anteriormente (algo comum em um momento de mudança drástica no mercado, como ocorre agora com a ampla eletrificação do setor automotivo).

Nestes casos a aplicação do Gêmeo Digital passa a ser uma importante ferramenta que permite garantir a assertividade das estimativas de forma objetiva, baseando-se nas características reais de cada nova peça a partir de seus modelos 3D e dados completos. Os modernos sistemas disponíveis para esta aplicação utilizam recursos que permitem identificar automaticamente as principais características de cada componente e definir processos específicos para a sua manufatura, indo até a estimativa do consumo de material para a construção das ferramentas, a geração da lista de peças dos ferramentais e a estimativa dos tempos de execução das tarefas necessárias. Isso permite não apenas fazer os orçamentos das ferramentas em si, mas também estimar a carga de trabalho das ferramentarias e planejar a distribuição das tarefas a serem executadas entre os fornecedores disponíveis, com grandes ganhos potenciais em custos e prazos de execução.

A implantação deste tipo de tecnologia, entretanto, também esbarra em dificuldades a nível gerencial. Primeiramente, é comum que o pessoal técnico envolvido no planejamento dos processos de conformação e montagem de peças de chapa metálica não tenha uma experiência mais significativa com sistemas avançados que utilizam modelamento 3D, sendo usuários basicamente de tabelas numéricas. Nem sempre é fácil ou mesmo possível treinar este pessoal para a utilização do Gêmeo Digital, que parte dos modelos geométricos 3D das peças para executar estimativas de prazos, consumo de materiais e etc, como se pode ver no exemplo da figura 3. E os gerentes precisam

ficar atentos a este tipo de dificuldade, que em certos casos pode tornar necessário transferir pessoal de outros departamentos, como da engenharia de manufatura ou do projeto de ferramentas, para juntá-los à equipe de orçamento.

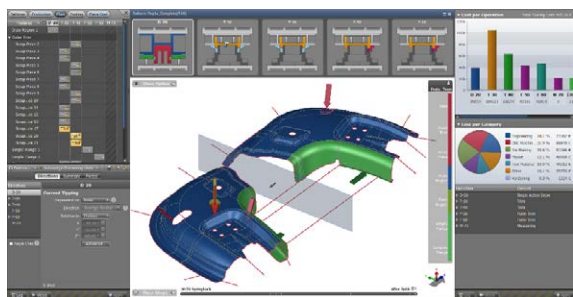


Figura 3: Exemplo de um sistema de planejamento e orçamentação baseado na geometria 3D das peças.

Outro ponto ao qual a gerência deve ficar atenta é com relação à interação entre o planejamento de processos e o projeto do ferramental em si. Detalhes de construção, montagem e operação das ferramentas podem exigir mudanças nos processos que causem impacto nos prazos e custos definidos na etapa de planejamento. Cabe à gerência garantir que exista uma integração efetiva entre as duas atividades (que em muitos casos podem até estar sendo desenvolvidas em empresas diferentes, pois é comum a subcontratação dos projetos de ferramentas) de forma a que potenciais de redução de custos possam ser aproveitados ou eventuais aumentos de custos e prazos que se mostrem necessários sejam analisados e incorporados ao planejamento.

NO PROJETO E CONSTRUÇÃO DAS FERRAMENTAS:

Uma vez que tenha sido decidida a construção do ferramental para a produção de peças e conjuntos em chapa metálica é necessário elaborar o projeto detalhado dos componentes e executar a sua construção. Nestas etapas o uso do Gêmeo Digital para a detecção e correção antecipada de problemas já está muito bem estabelecido, sendo esta uma tecnologia utilizada há mais de duas décadas. A otimização da geometria de cada ferramenta e dos parâmetros de processo para garantir a obtenção de peças com a qualidade desejada sem a ocorrência de rugas, rupturas e outros problemas, a minimização do tamanho do *blank* para redução do custo da peça final, a modificação das superfícies a serem usinadas para compensar o retorno elástico do material garantindo o dimensional e outros estudos são já corriqueiramente efetuados aproveitando-se os recursos do Gêmeo Digital do processo de estampagem antes mesmo que o projeto detalhado das ferramentas seja iniciado.

Entretanto, mesmo esta tecnologia já sendo considerada madura para aplicação neste segmento ainda exis-

tem desafios que as gerências das áreas de engenharia de manufatura, ferramentaria e *tryout* precisam enfrentar de forma a garantir que todo o potencial do Gêmeo Digital possa ser de fato aproveitado.

Tradicionalmente o planejamento do desenvolvimento de ferramentais de estampo buscava minimizar o tempo dedicado aos estudos conceituais e ao projeto em si, pois não havia como realmente prever o comportamento das ferramentas na prática antes delas estarem prontas para o *tryout*. Conseqüentemente, o objetivo era liberar as informações necessárias para a construção o mais rapidamente possível, de forma que elas pudessem ser preparadas com folga suficiente em relação ao prazo de entrega para que os ferramenteiros tivessem disponível o máximo de tempo possível para encontrar e corrigir eventuais problemas, minimizar a utilização de material e etc, durante o *tryout*, trabalhando com a “coisa real”.

Contudo, com o advento de sistemas cada vez mais modernos e sofisticados que permitem gerar Gêmeos Digitais do processo de estampagem com elevada acurácia, já é hoje possível observar na tela do computador o comportamento da chapa durante a conformação de forma bastante realística e com elevada confiabilidade. Isto permite identificar antecipadamente quaisquer eventuais problemas e realizar de forma virtual praticamente todas as modificações e ajustes que antes só podiam ser executados na etapa do *tryout* físico. A figura 4 mostra alguns exemplos de resultados que podem ser obtidos com os recursos mais modernos para geração do Gêmeo Digital dos processos de estampagem, sendo que anteriormente, na figura 2, já havia sido apresentado um resultado equivalente para o processo de montagem.

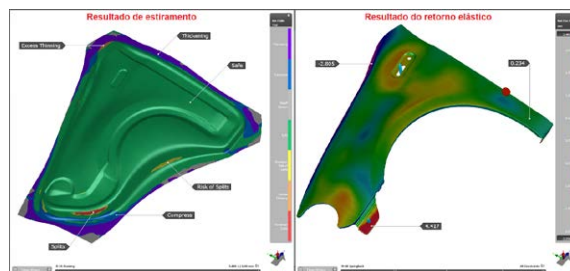


Figura 4: Exemplos de resultados das simulações do processo de estampagem.

Esta capacidade de prever antecipadamente o resultado da conformação e da montagem implica na necessidade de uma mudança radical no planejamento. Primeiramente, é necessário garantir que os recursos necessários em termos de ferramentas, pessoal qualificado e tempo estejam disponíveis de forma adequada para que a realização das simulações possa ser realizada adequadamente. Não faz mais sentido apressar a etapa de engenharia para ampliar o tempo disponível para o *tryout*, o ideal agora é dedicar mais tempo à etapa de simulação de forma a se poder realizar

com cuidado o “*tryout* virtual”, garantindo a máxima acurácia das simulações realizadas, e então otimizar o processo antes mesmo de que se comece a despender recursos com o projeto detalhado das ferramentas e sua construção. E depois cuidar para que a construção e ajuste das ferramentas seja feito seguindo realmente aquilo que foi simulado, o que nem sempre é algo simples como será discutido mais à frente.

Esta nova abordagem impõe novamente desafios do ponto de vista gerencial. Antes de mais nada deve-se selecionar com cuidado quem será responsável pela realização das simulações. De nada adianta implementar os mais sofisticados softwares computacionais e instalar computadores de última geração mas entregar sua utilização a pessoal sem experiência real na construção e operação dos ferramentais, nem lhes dar o tempo adequado para que possam realmente otimizar o projeto, algo que antes não era cobrado dos projetistas de ferramentas mas sim do pessoal responsável pelo *tryout*. Ainda é bastante comum que o pessoal com experiência em projeto de ferramentas tenha tido muito pouca oportunidade de se envolver diretamente com a construção, *tryout* e operação de ferramentas reais, e eles em geral não conhecem todos os “macetes” utilizados na prática para resolver os problemas típicos dos processos de estampagem. Em muitos casos inclusive o desenvolvimento do processo e consequentemente as simulações são terceirizados para outras empresas. Da mesma forma, é comum que o pessoal de ferramentaria e *tryout* não tenha familiaridade com os sistemas avançados de modelamento 3D e muito menos com as simulações sofisticadas que caracterizam o Gêmeo Digital, e tendam por isso a ignorar os resultados simulados considerando que eles não representam adequadamente uma realidade que somente eles vivenciam.

O desafio maior então é integrar estas duas áreas, relacionadas mas distintas, trazendo o conhecimento dos ferramenteiros para a etapa de conceituação do projeto do ferramental onde os engenheiros e projetistas atuam e garantindo também que eles compreendam, participem e se comprometam em seguir os resultados obtidos nas simulações. E isso pode ser bastante difícil, pois procedimentos consagrados de ferramentaria aplicados há décadas podem acabar por se converter em barreiras para que a integração desejada seja implementada da forma eficaz. Isso ocorre porque em geral os modelos empregados no Gêmeo Digital buscam representar o ferramental da forma como será utilizado na produção, após concluídos todos os ajustes e correções necessários, mas na realidade é ainda comum que as ferramentas sejam construídas de forma diferente do que foi considerado nas simulações, por motivos práticos.

Por exemplo, costuma-se não aplicar o polimento final nas ferramentas antes de completado o *tryout*, já que ele seria perdido caso fossem necessários ajustes das superfícies (o que é comum acontecer) e isso altera o coeficiente de atrito para valores diferentes do considerado na

engenharia. Também é comum que os quebra-rugas sejam usinados mais alto do que indicado pelas simulações, pois na prática é muito mais fácil rebaixá-los do que elevá-los caso isso se mostre necessário. O material da chapa empregada no *tryout* pode ainda possuir propriedades diferentes das nominais consideradas durante os cálculos, ainda que dentro das faixas de tolerância permitida pelas normas, ou o *blank* pode não estar recortado exatamente como projetado tanto por não estarem ainda disponíveis as ferramentas de corte quanto pela tentativa de se obter uma redução no consumo de material.

Na montagem, a seqüência dos pontos de solda pode ser alterada devido a problemas de acesso ou tentativas de redução do tempo de produção. Também é comum que se exijam tolerâncias muito apertadas para todas as peças estampadas em uma tentativa de minimizar as distorções dos conjuntos após a soldagem, sendo que muitas vezes apenas algumas peças mais rígidas do conjunto é que definem suas dimensões finais, ou as deformações somadas das várias peças podem se anular mutuamente e gerar um conjunto adequado mesmo com peças fora do dimensional, o que poderia ser identificado no Gêmeo Digital do conjunto soldado.

Todos estes e muitos outros fatores que desde sempre foram considerados práticas normais no desenvolvimento de ferramentais para o segmento de estampados podem afetar de forma significativa a conformação da chapa e a montagem dos conjuntos, causando discrepâncias entre os resultados do Gêmeo Digital e os obtidos no *tryout*. E como resultado as ferramentas e dispositivos podem acabar sendo modificadas consideravelmente com relação ao que foi projetado com base nos resultados das simulações, tornando muito menos eficaz e eventualmente até mesmo inútil a aplicação do Gêmeo Digital, por melhor que ele tenha sido elaborado. O que impede o pleno aproveitamento de todos os ganhos potenciais que sua aplicação poderia proporcionar.

A solução para este tipo de descompasso tem que partir da gerência superior aos departamentos individuais (engenharia de manufatura, ferramentaria e *tryout*). Pode-se tomar diversos caminhos para isso, como a alocação de pessoal com conhecimento e experiência nos sistemas de simulação do Gêmeo Digital para acompanhamento da construção e do *tryout*, a criação de comitês incluindo o pessoal da ferramentaria, da qualidade e etc... que sejam corresponsáveis pelo desenvolvimento dos processos e elaboração das simulações, a introdução dos resultados das simulações no plano de FMEA, a orientação para que sejam preparados Gêmeos Digitais não apenas para as condições de produção mas também para as do *tryout* em si, sendo estes últimos usados como referência nos passos anteriores à entrega da ferramenta acabada, e etc.

Mas é necessário que os gerentes responsáveis se conscientizem de todo o potencial da aplicação do Gêmeo Digital do processo de estampagem, compreendam os

problemas de integração mencionados acima e demais dificuldades envolvidas e tomem as medidas que forem adequadas em cada caso para garantir que sua implementação alcance o seu máximo de benefícios possível e não fique limitada pela adesão a procedimentos antigos e não mais adequados, desenvolvidos antes que este tipo de tecnologia tivesse atingido o nível de desenvolvimento que já está disponível atualmente.

TRYOUT E PRODUÇÃO:

Em geral se imagina que uma vez construída a ferramenta física a utilidade do Gêmeo Digital termina, pois ele não seria mais necessário dado que a “coisa real” já está disponível e em operação, não havendo mais vantagens na sua utilização.

Entretanto, com o advento dos sistemas avançados de simulação passou a ser possível a realização de simulações estocásticas ou seja, com parâmetros de entrada definidos como variáveis e não mais apenas como valores fixos. Desta forma passou a ser possível incluir fatores que não são totalmente controláveis no mundo real (as chamadas “variáveis de ruído” como a espessura de chapa, a viscosidade do óleo lubrificante ou as propriedades do material) nos modelos que representam os processos de estampagem e soldagem, fazendo com que possam ser utilizados para avaliar o efeito destes fatores no resultado dos processos. Desta forma as simulações podem agora ser utilizadas para identificar a causa raiz de problemas de produção, bem como definir virtualmente os ajustes necessários dos parâmetros de processo que permitam eliminá-los sem a necessidade de se utilizar o custoso processo de tentativa e erro na linha de produção.

Este avanço possibilita a utilização dos sistemas avançados de Gêmeo Digital do processo de estampagem e da soldagem como ferramentas extremamente úteis para o gerenciamento das linhas de produção, capazes de fornecer as informações necessárias para minimizar as perdas durante os processos e maximizar a produtividade das fábricas. As figuras 5A e 5B mostram um exemplo de

aplicação do gêmeo digital na solução de problemas de manufatura:

Novamente neste caso, o maior empecilho para a aplicação desta tecnologia na prática é a dificuldade de se integrarem os diversos departamentos envolvidos no desenvolvimento do ferramental e na produção. Os modelos de simulação do Gêmeo Digital em geral são de responsabilidade da engenharia de manufatura, onde ficam alocados os especialistas em processos e projetos. Cabe a eles gerar o arquivo que incluirá todas as variáveis de ruído que podem afetar a produção, bem como as de processo que podem ser empregadas para resolver eventuais problemas.

Mas eles precisam receber informações completas e confiáveis do pessoal da produção sobre os valores admissíveis para as variáveis de ruído bem como as faixas de variação possíveis para os parâmetros de processo, de forma a poder montar simulações que representem adequadamente as condições de operação das linhas de produção. Da mesma forma, é necessário que quaisquer eventuais alterações efetuadas nas ferramentas durante sua construção, *tryout* e utilização sejam informadas à engenharia de manufatura e incorporadas aos modelos, para garantir que o Gêmeo Digital a ser empregado como ferramenta de gerenciamento da produção esteja representando adequadamente a realidade da fábrica.

Estes são cuidados que normalmente não passam pela cabeça das chefias de cada departamento, que tendem a trabalhar como silos isolados, e cabe novamente à gerência superior garantir que a integração necessária seja estabelecida e esteja funcionando inclusive no caso de serviços fornecidos por terceiros. No melhor caso, o próprio processo de aquisição das ferramentas para a produção de peças e conjuntos estampados já deveria incluir a exigência de que fosse entregue um modelo de simulação estocástica validado, que permitisse a sua operação utilizando os mais avançados recursos disponibilizados pelo Gêmeo Digital.

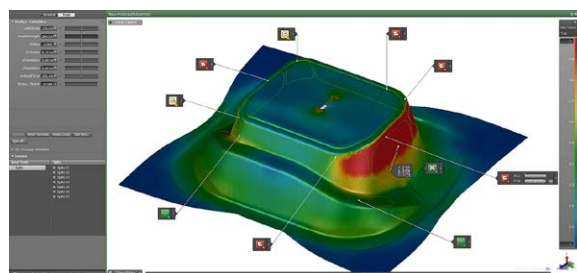


Figura 5a: Modelo de simulação mostrando problemas causados pela flutuação das variáveis de ruído (no caso, o coeficiente de atrito aumentado devido à maior viscosidade do óleo).

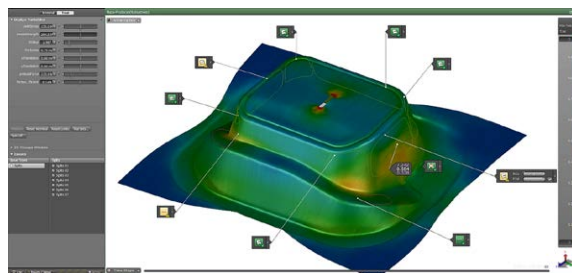


Figura 5b: O mesmo modelo mostrando um ajuste dos parâmetros de processo (força do prensa-chapas e posição do *blank*) que resolve os problemas encontrados.

CONCLUSÕES:

Vimos então que a evolução da tecnologia do Gêmeo Digital dos processos de estampagem e montagem de conjuntos de peças em chapa metálica avançou de forma muito significativa nos últimos anos, levando ao surgimento de sistemas computacionais bastante acurados e versáteis que permitem antecipar quase todos os problemas que podem surgir durante o desenvolvimento tanto das peças quanto dos ferramentais, indo até a previsão do seu comportamento durante a produção seriada.

Contudo, os procedimentos e, por que não dizer, hábitos desenvolvidos ao longo das várias décadas em que se construíam as ferramentas e se fabricavam as peças antes do surgimento dos sistemas de simulação, podem acabar por se transformar em barreiras à implementação

mais adequada das avançadas tecnologias disponíveis atualmente para o segmento. Cabe então aos níveis superiores da administração das empresas compreender os benefícios potenciais proporcionados por estas tecnologias e induzir a integração dos diferentes departamentos e fornecedores envolvidos, bem como a criação de novos procedimentos que permitam aproveitar da melhor forma possível todas as vantagens que o Gêmeo Digital pode trazer a este segmento industrial em termos de redução de custos, minimização de prazos, melhoria da qualidade dos produtos finais e aumento da produtividade das linhas de fabricação.



Leandro Guimarães Cardoso - Engenheiro mecânico formado pela Universidade de Brasília com pós-graduação em análise estrutural pelo Método dos Elementos Finitos na UFRJ-COPPE, com 30 anos de experiência na área de engenharia de desenvolvimento de produtos, implantação de sistemas CAD/CAE/CAM, análise estrutural, simulação de processos de manufatura e de linhas discretas de produção, tendo utilizado pessoalmente e supervisionado a implementação e aplicação destas tecnologias em diversas empresas dos setores automotivos, aeroespacial, de autopeças e outros. Trabalha desde 2011 na AutoForm do Brasil, como supervisor da área técnica responsável pelas atividades de pré-venda, treinamentos e suporte técnico aos usuários dos programas da empresa.
leandro.cardoso@autoform.com.br

TODO GRANDE PROJETO PASSA POR UMA GRANDE FERRAMENTARIA

MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS



gtf.ind.br



B3 MARKETING