

A INDÚSTRIA 4.0 APLICADA A ESTAMPARIAS, FERRAMENTARIAS E A PRODUTOS ESTAMPADOS. UMA REALIDADE A SER ALCANÇADA?

César Batalha, AutoForm, São Bernardo do Campo - SP

Já há algum tempo temos assistido à utilização do termo “Indústria 4.0” em tudo o que se relaciona ao emprego de IA (Inteligência Artificial), gêmeos digitais, digitalização, virtualização dentre outros conceitos, a ponto do mesmo chegar a ser visto como bordão de marketing, perdendo sua essência e todo o sentido por trás da 4ª revolução industrial pela qual estamos passando.

Em minha opinião estamos passando sim por uma mudança conceitual muito significativa e uma grande alteração na maneira

de enxergar e fazer as coisas face a novos e ambiciosos objetivos de nossa indústria, conforme demonstrado abaixo na Fig. 1.

Apesar de nossa evolução no emprego de tecnologias que nos auxiliam e direcionam a uma tomada de decisão mais assertiva e eficiente, nós ainda podemos ser considerados embriões quando tentamos aplicar tais tecnologias em larga escala, especialmente nas áreas que serão destacadas neste artigo.

Nossa escola e experiências passadas ainda nos imputam alguns paradigmas que, por estarem enraizados há algum tempo, ainda são

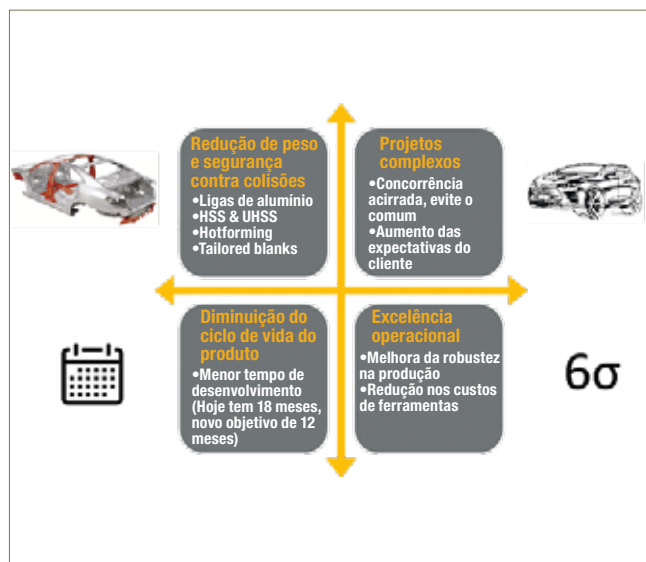


Fig. 1. Desafios da Indústria

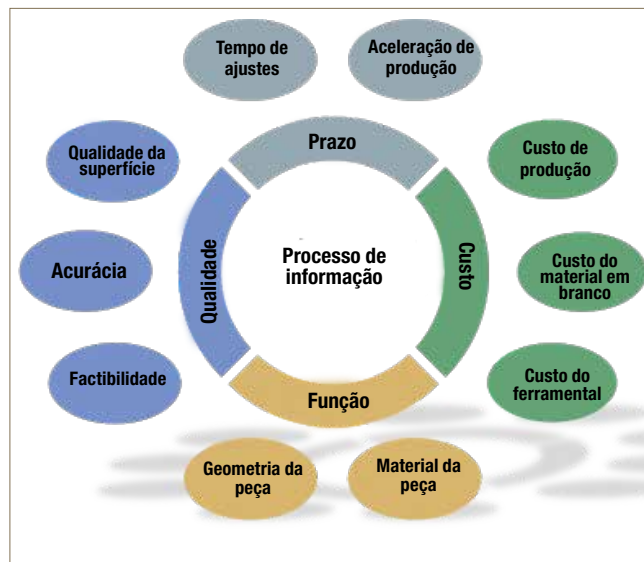


Fig. 2. 4 fatores utilizados no balanceamento de decisões

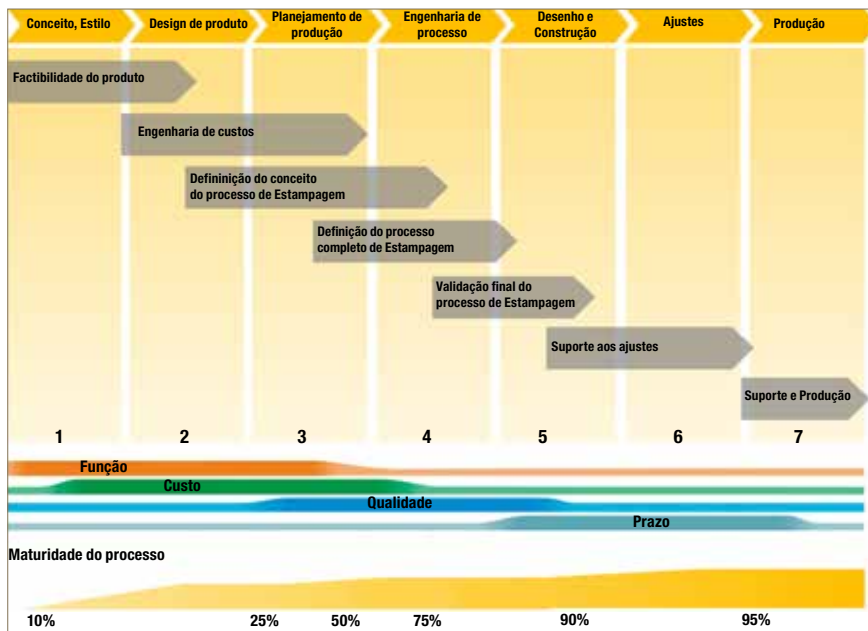


Fig. 3. Processo de desenvolvimento de um produto estampado

difíceis de serem superados.

Iniciei a escrita desta matéria com um breve histórico de como evoluímos em relação ao emprego de simulações numéricas para o auxílio na definição de processos e de ferramentais para a produção de produtos metálicos estampados.

Com base nisto o nome sugestivo para a coluna “Ferramentaria 4.0” visa nos levar a refletir sobre o emprego da simulação aplicada aos temas relacionados à conformação de chapas metálicas. Por onde passamos, onde estamos, onde pretendemos chegar, quais benefícios já obtivemos e ainda obteremos com tudo isto.

Para tornar a discussão um pouco mais compreensível gostaria de elencar 04 grandes campos a serem observados no desenvolvimento de um produto estampado / conformado. (Fig. 2)

- Função: Apesar de óbvio, refere-se a onde o produto será empregado, ou seja, se o mesmo terá funções estruturais ou de aparência por exemplo. Isto dita o tipo de material e qual deverá ser o processo adotado.

- Custo: Conforme o tipo ou classe do produto, sua aplicação e o segmento que o

mesmo visa atender.

- Qualidade: Podendo ser observada (visual) e ou geométrica, dependendo da função e custo, bem como da aplicação do produto. Apesar de soar estranho, a mesma pode ter critérios variáveis e níveis diferentes de aceitação.

- Prazo: Sempre relacionado ao tempo para o mercado.

Todos os itens acima estão inter-relacionados dependendo da velocidade que se pretende lançar o produto para o mercado e da segmentação do mesmo.

Tendo em vista o discutido acima,

tornando nossa reflexão ainda mais completa e, de forma a consolidar uma base para a discussão deste e de futuros artigos que serão abordados nesta série, dividiremos a definição e desenvolvimento de um produto metálico conformado em etapas que se interligam e se sobrepõem seguindo a maturidade de evolução do mesmo até sua produção final.

Notem que a maturidade de um produto, segundo esta visão, nunca atinge o seu nível máximo (100%), pois sempre existirão variações e melhorias durante a produção do mesmo, atendendo aos critérios de melhoria contínua. (Fig. 3)

1 – Conceito e Estilo – Análise da factibilidade do produto, levando em consideração material, processo, geometria e espessura. (Notem que esta etapa se estende invadindo a etapa seguinte e o mesmo ocorre sucessivamente)

2 – Desenvolvimento ou Desenho do Produto – Finalização da definição do produto e seu estudo de viabilidade econômica. Obtenção dos custos de produção, da peça e do ferramental todos baseados em uma intenção real de processo levando em consideração o histórico dos produtos e suas características, proporcionando assim uma base orçamentária mais assertiva.

3 – Planejamento da produção –



Fig. 4. Diferentes departamentos do processo de desenvolvimento de uma peça estampada

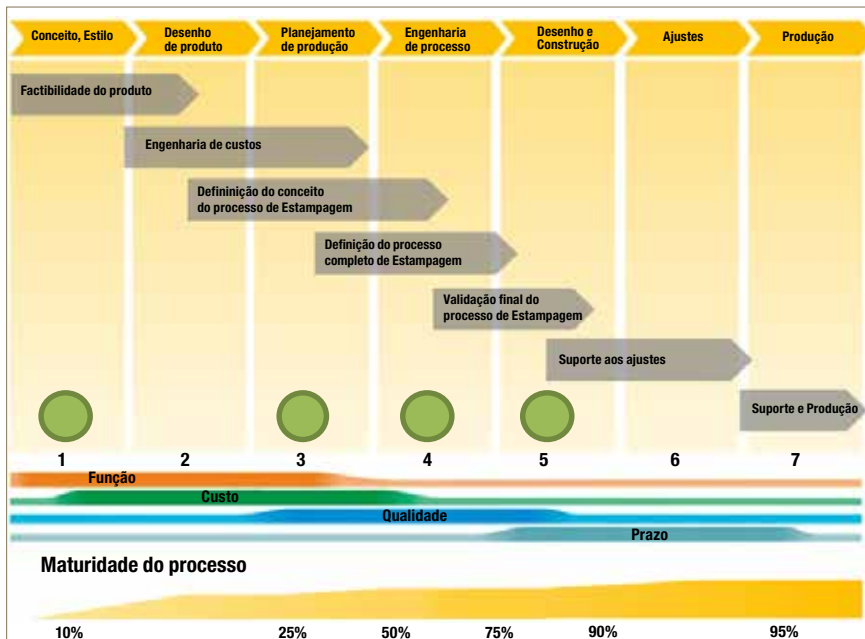


Fig. 5. Pontos únicos de simulação

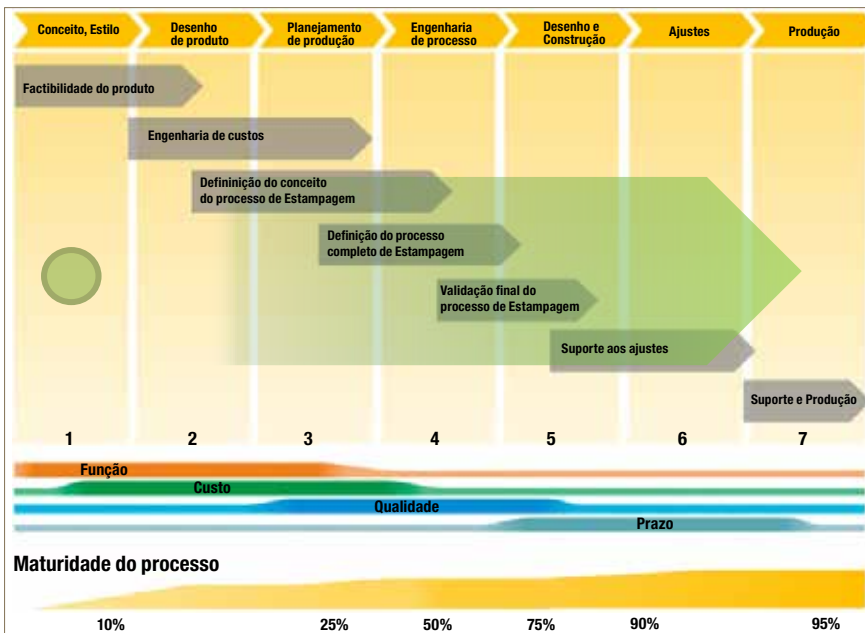


Fig. 6. Início da integração durante o desenvolvimento

Definição do conceito de produção e plano de métodos, validando o orçamento e realizando uma análise mais detalhada visando detectar e solucionar possíveis itens críticos ou implementando melhorias.

4 – Engenharia de processos – Definição do processo de produção final, montando o modelo digital completo condizente com a realidade a ser construída, inclusive, levando em consideração todas as

variáveis inerentes ao mesmo e realizando possíveis compensações de retorno elástico. (Alguns nomeiam esta etapa como a de criação do gêmeo digital).

5 – Desenho ou Projeto e Construção do ferramental – Geração dos projetos do ferramental e de suas superfícies finais para a manufatura. Validação e correção final do processo definido, gerando todos os mapas para os ajustes em tryout, considerando

todas as variáveis de engenharia e de produção que são inerentes ao processo.

6 – Ajustes ou Tryout – Tomando como base todo o trabalho validado anteriormente, respeitando os mapas estabelecidos, documentando todas as alterações realizadas para a condição do ajuste final e gerando os mapas para a produção.

7 – Produção – Monitoramento da produção levando em consideração possíveis ajustes de variações que foram previstas em fases de engenharia e tryout, ajustando o processo conforme variações do dia a dia, tais como propriedades de material, parâmetros de processo ou até mesmo uma simples variação de espessura na bobina.

Desta forma podemos dizer que todos os setores de desenvolvimento e produção de um produto estampado foram atendidos. (Fig. 4)

Como a sobreposição das etapas de desenvolvimento, demonstradas na Fig. 3, e os seus descritivos sugerem, o trabalho de definição de um produto não pode ser considerado algo departamental ou a ser finalizado dentro de uma etapa única, antes disto, o mesmo deve fluir entre os diversos times envolvidos para a obtenção de uma produção eficiente.

Se fossemos fazer uma analogia ao esporte, não estaríamos participando nem de uma prova de 100 metros rasos e tão pouco de uma maratona, onde os atletas são premiados pela conclusão de sua etapa. Estaríamos sim correndo uma corrida de revezamento onde o time, de forma sincronizada, passa o bastão de mão em mão, do antecessor ao sucessor e ambos em movimento e com a inércia já vencida, seguem seu curso sem olhar para trás, pois o objetivo da produção de uma peça ideal e de forma eficiente está à frente.

Abordaremos cada uma destas etapas com maiores detalhes em matérias futuras, demonstrando ainda mais a importância

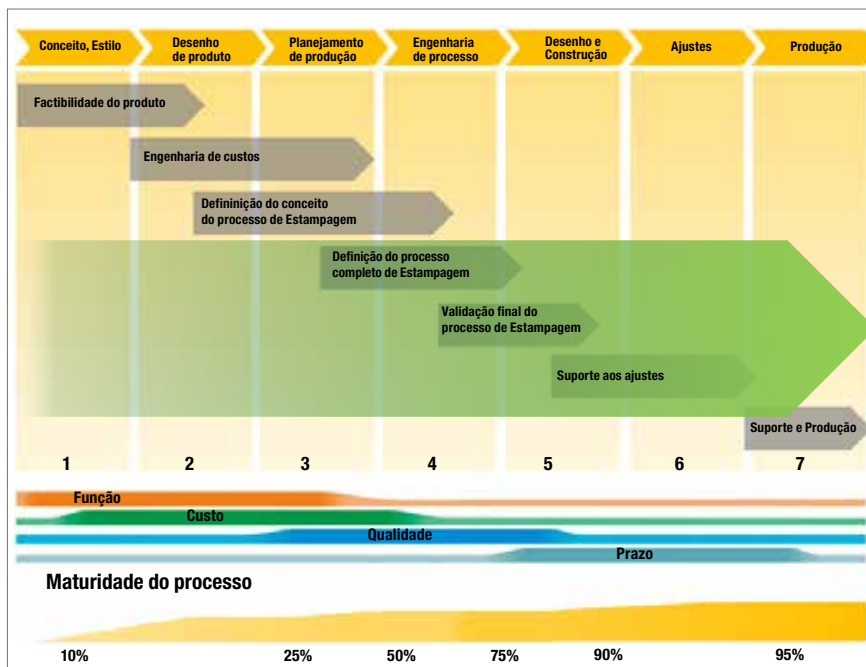


Fig. 7. Virtualização completa do processo

delas e da criação de um modelo matemático realístico para que as mesmas sejam vencidas estabelecendo um fluxo de trabalho harmonioso e gerando valor.

Com o exposto formando nossa base de compreensão, acredito que podemos iniciar nosso breve histórico sobre os benefícios que a virtualização e a geração de modelos matemáticos digitais, ou simplesmente simulação numérica, nos trouxeram nos últimos anos.

Anos 90 e 2000:

Podemos chamar este período de inicial e, apesar de simulações já existirem a algum tempo, foi entre estes anos que as mesmas passaram a ser aplicadas de forma pontual e em fases distintas do desenvolvimento do produto estampado, seu foco tinha como finalidade determinar se operações seriam factíveis e prever o comportamento do material sob as condições que seriam expostos.

Podemos nomear esta fase como a introdução da simulação em pontos únicos ou específicos “Pontos únicos de simulação” destacados em verde na Fig. 5 e que, apesar

de uma visão ainda departamental e de não funcionar como um fluxo de trabalho integrado, ela trouxe resultados e de certa forma aumentou a eficiência do processo.

- Nesta fase os ganhos elencados segundo os 4 fatores de decisão foram:
- **Qualidade:** Rupturas e rugas eliminadas no 1º tryout;
- **Prazo:** Semanas ou até meses economizados no tryout;
- **Custos:** Redução significativa nos custos de ferramentas, utilização ideal de material;
- **Função:** Design, projetos e utilização de materiais mais próximos aos limites da manufatura;

2010 até 2020:

Com certo ganho de maturidade, neste período pôde-se notar um primeiro esboço de integração, demonstrados na Fig. 6. Fluxos de trabalho começam a ser desenhados visando aumentar a eficiência e o retorno devido às sinergias encontradas entre os diversos envolvidos no processo onde:

Devido a...

- Dados mais consistentes entre engenharia e realidade;
 - Simulação Completa do Processo e criação de um modelo digital condizente com a realidade;
 - Análise de robustez em fases de engenharias iniciais;
 - Capacidade de analisar múltiplas estratégias de compensação virtual;
- Conseguiu-se adicionalmente:
- **Qualidade:** Melhoria no dimensional e minimização dos riscos de defeitos de superfície;
 - **Prazo:** Em média 3 loops de correção do ferramental foram economizados;
 - **Custos:** Devido a maior previsibilidade e eficiência e com a diminuição das correções, uma economia significativa foi gerada, quantificá-la depende da estrutura de custos de cada operação e de cada empresa;
 - **Função:** Maior previsibilidade do comportamento dos materiais especiais, materiais de alta dureza e processos mais avançados que levam os desenvolvedores a inovações e emprego de materiais ainda mais próximos aos limites da manufatura;
- Em minha humilde opinião ainda estamos presos a este modelo. Porém, com tecnologias desenvolvidas que podem nos dirigir a um novo passo, obtendo assim um fluxo constante de informações. Aplicando modelos digitais precisos e que refletem a realidade com detalhes, com a simulação numérica nos auxiliando na tomada de decisões complexas, analisando diversas variáveis de forma automática e propondo soluções (IA) e certamente suportando todas as etapas construtivas e de produção (Indústria 4.0), a qual chamaremos de virtualização completa do processo. (Fig. 7)
- O emprego de um fluxo completo e harmonioso pode nos levar a um novo patamar e trazer ainda mais benefícios tais como:
- **Qualidade:** Sem surpresas na qualidade

e custos;

Prazo: Minimização dos loops de correção nos conjuntos completos, visando sua montagem;

Custos: Menores perdas com scrap, utilização ideal de matéria prima, taxas de produção mais altas;

Função: Conjuntos ou Carroceria (BiW) e subconjuntos dentro da tolerância;

Mas para chegarmos a este patamar ainda temos um caminho a trilhar, pois:

Ainda existem empresas que trabalham com dados inconsistentes ao longo da cadeia de processos sendo que os mesmos permanecem estáticos dentro de cada etapa;

Algumas empresas não consideram todos os atributos (custos, função, prazo e qualidade) em todas as etapas relevantes;

Ainda assim e apesar de várias evidências quanto a eficiência, algumas empresas não aproveitam todas as informações disponíveis ou fáceis de gerar para acelerar tarefas posteriores;

Em geral, as empresas desenvolvem ferramentais levando em consideração o produto individual, sem considerar o conjunto e adotando estratégias de manufatura tendo como base o CAD nominal;

Retornando ao tema e título da coluna, ainda existem elementos chave para que o termo indústria 4.0 / Ferramentaria 4.0 deixe de ser um bordão e passe a ser uma realidade em nossa rotina no mundo do produto metálico conformado / estampado. Alguns desafios ainda precisam ser vencidos e precisamos de força pessoal, política e organizacional para que esta realidade possa ganhar nossa indústria uma vez que boa parte das tecnologias já estão disponíveis.

Elementos para a Indústria 4.0

- Usar dados consistentes ao longo de toda cadeia de processo;
- Conexão entre os sistemas (CAD, PLM, ERP);
- Transparência entre hierarquias e

departamentos;

- Padronização para obtenção de repetibilidade e consistência;
- Melhoria na consistência dos dados de entrada dos modelos matemáticos e simulações numéricas;
- Cuidados na simulação para garantia da precisão;
- Ferramentas digitais para o chão de fábrica, onde podem se notar ferramentas como o AutoForm-Sigma® o AutoForm-TryoutAssistant® dentre outras;

Desafio Organizacionais:

- Minimizar barreiras;
- Eliminar o pensamento do “problema do outro”;
- Suporte ao gerenciamento e definição clara dos objetivos;
- Relacionamento Fornecedor – Cliente ou se preferir Cliente – Fornecedor;
- Treinamento regular do pessoal envolvido, sejam eles técnicos, engenheiros, supervisores e gerentes, nas mais recentes tecnologias e processos;
- Garantia da qualidade das simulações e modelos digitais;
- Ajustes dos planos / melhorias do processo.

Nas próximas edições, seguiremos detalhando as etapas dos processos aqui citados, mostrando seu papel dentro da cadeia de desenvolvimento e como a sua virtualização, quando bem realizada, tende a reduzir o tempo global de execução considerando a cadeia completa do processo, a aumentar a qualidade dos resultados e consequentemente reduzir os custos envolvidos. Espero que apreciem o conteúdo que tem por finalidade trazer uma reflexão sobre o setor.

César Augusto Batalha atua como Gerente Geral da AutoForm do Brasil, sendo o responsável pela operação, pelo suporte técnico e vendas

em todo o território nacional e pelo suporte técnico ao mercado argentino, tem mais de 20 anos de experiência na indústria automotiva com background nas áreas de carrocerias e automação relacionadas a engenharia, a produção, a gestão e implementação de projetos.