

# A EVOLUÇÃO DO PPAP FULL PARA PEÇAS ESTAMPADAS E CONJUNTOS SOLDADOS: DA MANUFATURA REATIVA À ENGENHARIA PREVENTIVA

POR WESLEY APARECIDO E ROBSON F. ALVES



Banco de imagem Freepik

A aprovação do PPAP (*Production Part Approval Process* ou Processo de Aprovação de Peças de Produção) *full* ou atingir VDA (*Verband der Automobilindustrie* ou Associação Alemã da Indústria Automotiva) nota 1 para peças estampadas e conjuntos soldados é a etapa mais desafiadora no ciclo de desenvolvimento automotivo.

Por envolver a validação simultânea do produto e do processo antes da liberação para produção em série, concentra grande nível de exigência técnica, documental e organizacional. Em peças estampadas, a variabilidade inerente ao processo, condições do material, lubrificação

e complexidade geométrica, compromete a repetibilidade dimensional e eleva o risco de aparecimento de defeitos como rugas e rupturas. Nos conjuntos soldados, outros fatores agravantes como distorções, tensões residuais e desalinhamentos podem afetar diretamente a qualidade geométrica do produto. Quando essas variações não são identificadas de forma antecipada, as equipes passam a atuar de maneira reativa, concentrando esforços na correção de problemas já materializados para alcançar a aprovação de qualidade (imagem 1 linha vermelha: baixo investimento em engenharia, alto custo na fábrica).

Esse cenário resulta no consumo elevado de recursos, aumento de retrabalhos, extensões de prazo e maior pressão sobre as áreas técnicas e produtivas.

A imagem 1 - ciclo de desenvolvimento do produto – mostra, na linha verde, que investimento em engenharia reflete em baixo custo na fábrica e a linha vermelha, que

baixo investimento em engenharia gera alto custo na fábrica.

Somados aos desafios técnicos, há barreiras organizacionais decorrentes de problemas de comunicação entre engenharia, processo, qualidade e produção (imagem 2a), além da dificuldade de garantir documentação robusta e totalmente rastreável. A ocorrência de falhas

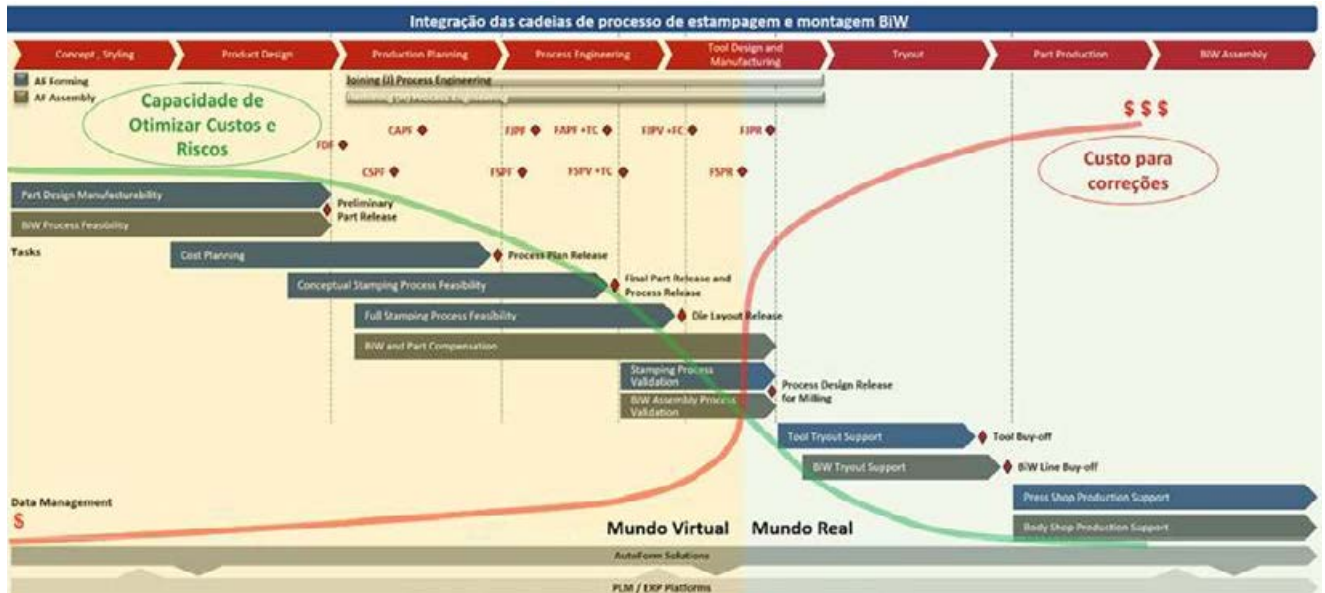


Imagem 1 – Ciclo desenvolvimento do produto

*Dê Asas ao seu negócio.*

Conheça a **solução ERP**  
que está mudando o mercado!

Entre em Contato:



[asaserp.com.br](http://asaserp.com.br)

Gestão integrada com os módulos:



**ERP completo para sua  
indústria à partir de R\$480**

Há 20 anos fazendo a diferença no mercado,  
com **soluções que alavancam sua gestão.**



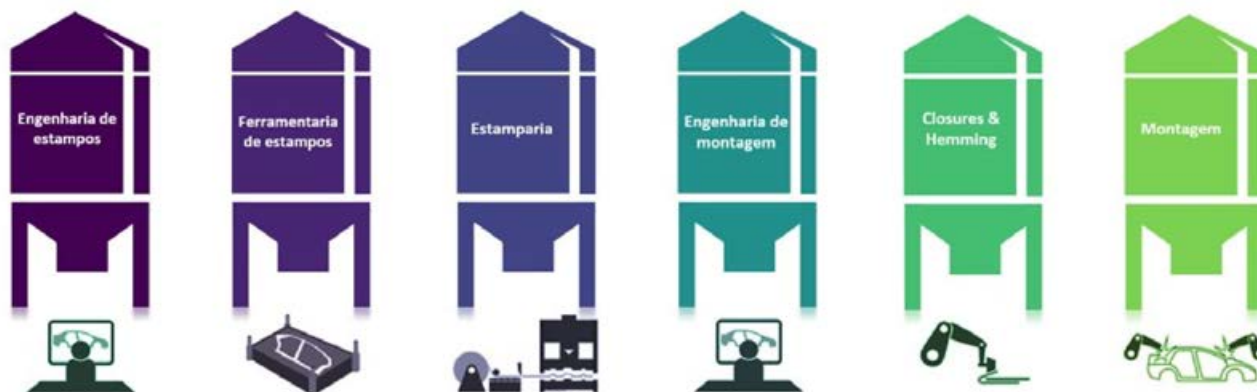


Imagem 2a - Departamentos em silos isolados



Imagem 2b - Departamentos em silos conectados

na aprovação das amostras submetidas para aprovação de qualidade é preocupante, visto que, nesta fase conclusiva, o cronograma já se encontra no limite e a pressão aumenta significativamente, exigindo horas extras, retrabalhos e ações emergenciais no chão de fábrica. Esse cenário reforça a necessidade de uma abordagem mais previsível, integrada e orientada pela engenharia conforme demonstrado na imagem 2b.

Nesse contexto, as simulações computacionais surgem como elemento decisivo para transformar a maneira como o PPAP/VDA são preparados e aprovados. O *AutoForm Forming* permite que fatores críticos sejam identificados previamente ao *tryout* físico, reduzindo custos, prazos e ciclos iterativos. Possibilitando prever antecipadamente falhas como rupturas, rugas, desvio dimensionais, distorções e falhas de fixação, o que permite a análise de viabilidade das condições de processo, variações de materiais e diferentes parametrizações de forma

virtual, reduzindo significativamente ou até eliminando a necessidade de longos ciclos de *home line tryout*. A imagem 3 mostra a “*bagunça*” gerada no ambiente de manufatura reativa comparativamente a “*limpeza*” do processo de engenharia preventiva.

Pode ser ainda mais efetivo, quando se integra a simulação aos sistemas de metrologia, aumentando a precisão do processo. E a partir desse potencial que surgiu o *AutoForm Virtual Inspection* (imagem 4), o que levou a parceria entre *AutoForm* e *InnovMetric*. A metodologia permite realizar inspeções dimensionais completas diretamente sobre o modelo simulado, reproduzindo relatórios e análises equivalentes às exigidas no PPAP físico.

Assim, a conformidade dimensional é avaliada ainda na fase digital, permitindo detectar riscos, medir impactos e correlacionar a variabilidade entre estampagem, soldagem e montagem antes mesmo da primeira peça física existir.



Imagem 3 - Manufatura reativa x engenharia preventiva

DESIGNER

**10 ANOS**

**MWCUT**  
FERRAMENTAS DE PRECISÃO

A MWCut há uma década oferece diversos produtos e serviços de alta qualidade para seus clientes!

São 10 anos de experiência e confiabilidade oferecendo sempre o melhor para você!



f i n d @mwcut

11 2277-5214  
www.mwcut.com.br

CERTIFIED  
ISO 9001



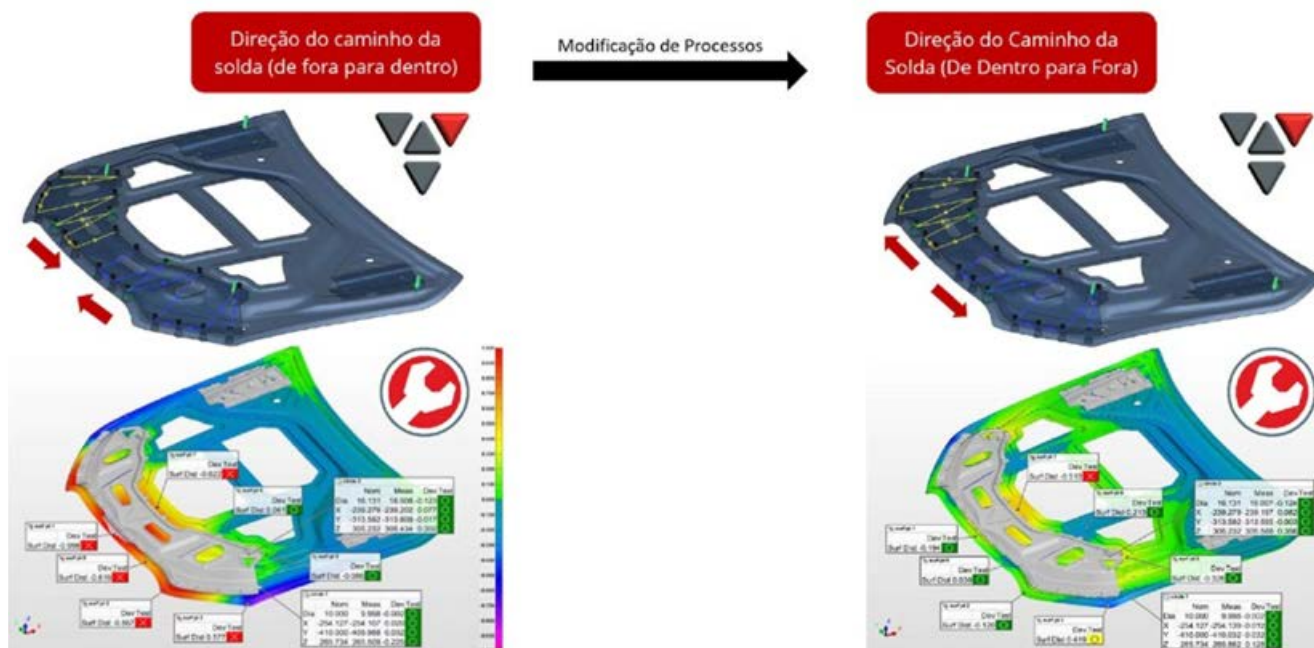


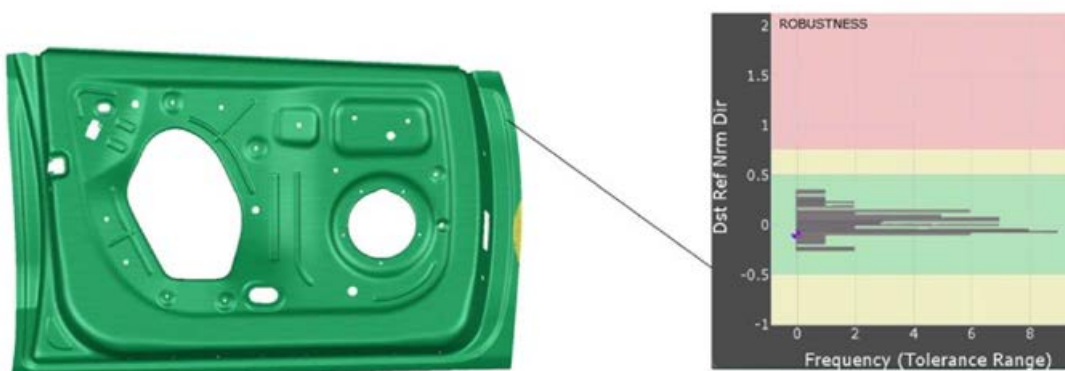
Imagem 4 - Virtual inspection, ajustes de parâmetros de processo para atender GD&T

A jornada para a aprovação de qualidade mais ágil começa na fase de concepção do produto, com o design para manufatura (DFM), onde o objetivo é assegurar que o produto seja viável de ser produzido com estabilidade e qualidade, minimizando riscos estruturais e geométricos. Com o suporte do sistema, a engenharia pode avaliar previamente a conformabilidade das peças, identificando zonas suscetíveis a ruptura, afinamento crítico, enrugamento além de aplicar as modificações necessárias para tornar o design factível. Tais modificações em fase de concepção de produto com foco na estampabilidade podem ser verificadas na imagem 5.

Essa análise antecipada reduz retrabalhos e alterações de engenharia tardias as quais são sempre custosas e demoradas. A partir de ciclos rápidos de simulação, as geometrias podem ser otimizadas, facilitando a fabricação e garantindo que o produto atenda aos requisitos de engenharia e fabricação, tornando o processo mais simples com custo baixo.

Uma vez que o produto está otimizado para produção, avançando para definição do processo, em que o time da engenharia de manufatura deve ter um olhar para a estabilidade da produção. Nessa etapa se faz crucial analisar a robustez do processo, que tem capacidade de prever como variações inevitáveis de produção, como propriedades da

### Submissão das amostras virtuais para aprovação



### Aprovação virtual do PPAP ou VDA nota 1!

Imagem 6 - Submissão das amostras virtuais

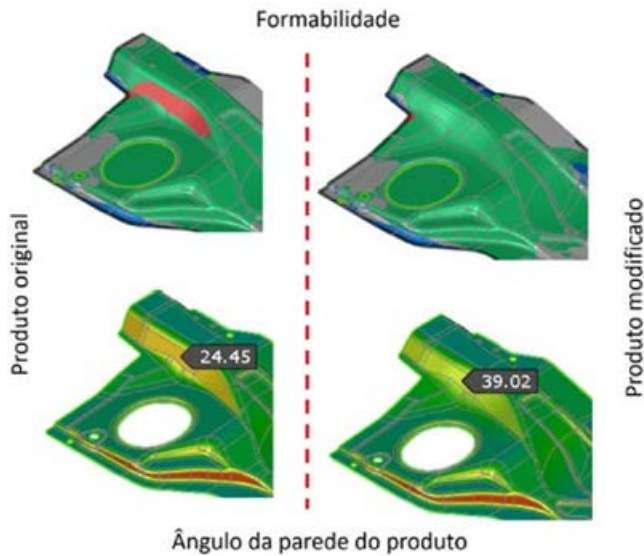


Imagem 5 - Estudo de modificação de produto para eliminar risco de ruptura

matéria prima, condições de lubrificação, ajustes de prensa e temperatura das ferramentas, afetam o resultado da peça.

Essa abordagem garante que o processo não seja validado apenas para a condição nominal ideal, mas sim para um espectro realista de variações, aumentando substancialmente a probabilidade de que as peças

atendam aos requisitos de CP/CPK durante o PPAP físico ou aprovação do VDA nota 1 (imagem 6). Além disso, ao mapear a sensibilidade geométrica, a engenharia identifica quais áreas do produto são críticas e quais operações exigem maior controle ou compensação.

O conceito de *Virtual Tool Tryout* permite antecipar, no ambiente virtual, quase todo o processo de *tryout* físico. Com isso, antes de estampar a primeira chapa, já é possível:

- Definir parâmetros de processo ideais, para as condições de recebimento da matéria-prima;
- Definir mapa de restrição do quebra-rugas, posicionamento do *blank* e corrida de chapa ideal;
- Criar mapa de *tryout*, com dados que orientarão os ferramenteiros caso ocorra alguma falha (imagem 7 - Mapa de *tryout*);
- Gerar plano de controle e inspeção visual, para orientar o time de qualidade quais são os pontos críticos do produto.

A imagem 7 ilustra um exemplo de mapa de *tryout*. Com as condições de recebimento da matéria-prima, a peça apresenta problema de ruptura (região indicada em vermelho (a)). Com o mapa, o software sugere deslocar o *blank* em X(b) ou Y (c) ou reduzir a força (d) para solucionar o problema. Sendo assim, antes de conformar o *blank*, o ferramenteiro pode ajustar a ferramenta com as condições sugeridas.

## AS MÁQUINAS 5 EIXOS QUE MUDAM O JOGO!

Dos menores detalhes às grandes peças, sua fábrica merece os centros de usinagem que entregam máxima eficiência, precisão, estabilidade e robustez.

**Conte com a GROB.**

**GROB**



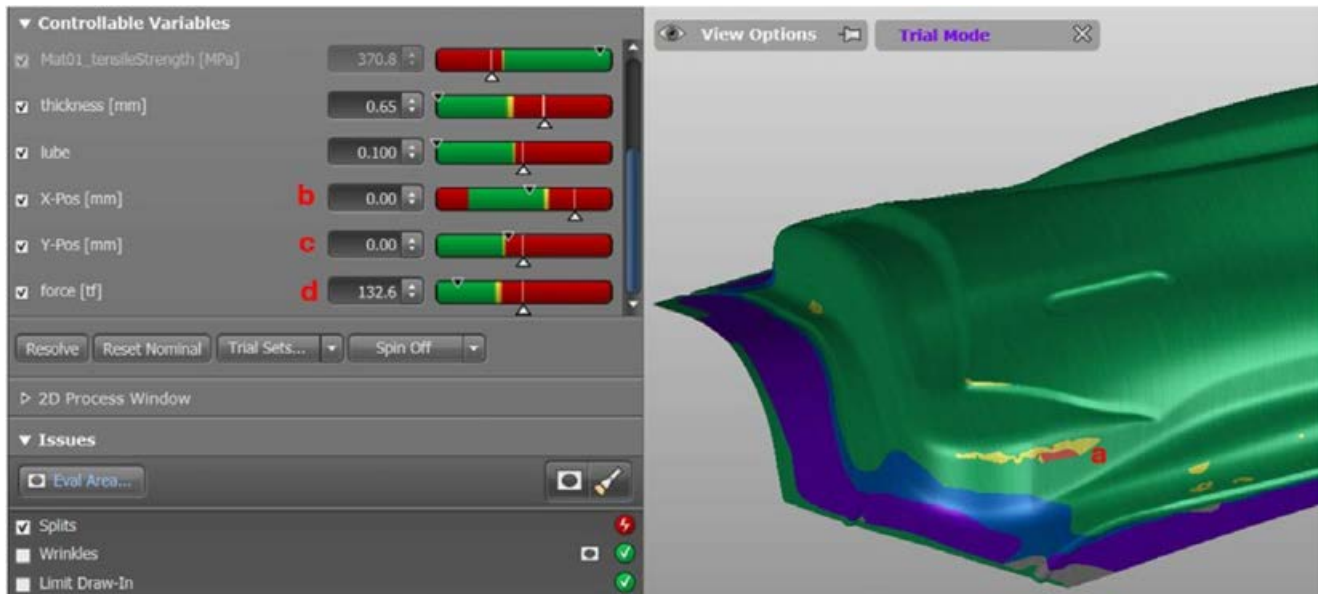


Imagem 7 - Mapa de tryout e produção

O resultado é uma redução drástica no tempo de bancada, na sucata gerada e na necessidade de ciclos (*loops*) corretivos. O mesmo modelo digital pode ser reutilizado para suporte a produção, conectando mundo virtual e físico, garantindo tomadas de decisões mais assertivas e correções rápidas, reduzindo parada de linha, custo com retrabalho e sucata, aumentando significativamente o OEE da estamparia.

Mas ainda precisamos pensar que as peças estampadas farão parte de um conjunto e entender que o comportamento dimensional deste é essencial para uma fabricação efetiva. Por isso, a integração entre simulação de estampagem e montagem é fundamental para conjuntos soldados e grafados. O *AutoForm Assembly* permite prever como o retorno elástico das peças individuais afeta a montagem e a geometria final do conjunto. Alguns exemplos das possibilidades:

- Redefinir estratégias de compensação, gerando referência dimensional ideal para as peças estampadas, visando o dimensional do conjunto;
- Otimizar parâmetros de processo, ajustar sequências de soldagem;
- Otimizar a quantidade de pontos de geometria;
- Definir a quantidade mínima de grampos e suas localizações para melhor resultado dimensional (Quanto menos grampos, mais simples o acesso das pinças de solda, menor tempo ciclo).

Assim, a engenharia reduz ainda mais o índice de sucata, quantidade de ajustes emergenciais na linha e garante

maior estabilidade geométrica do produto.

Empresas brasileiras estão adotando esse conceito e estão atingindo resultados expressivos. Como o exemplo citado no *AutoForum* pelo EQF (Engenharia de Qualidade de Fornecedores) da GM, Robson Felício Alves, que destacou o trabalho realizado pela Metalúrgica Fanandri (fornecedor de peças da GM), que conseguiu antecipar a aprovação de peças estampadas em quatro meses, usando a metodologia exposta aqui, um marco significativo para o setor.

A transição de uma manufatura reativa para uma engenharia preventiva redefine a forma como peças estampadas e conjuntos soldados são desenvolvidos, validados e aprovados. Ao integrar:

- Design para Manufatura (DFM);
- Engenharia robusta (Custo, desempenho e qualidade);
- *Tryout* virtual;
- Inspeção virtual;
- Suporte a produção.

Com isso, a manufatura automotiva atinge um nível superior de previsibilidade, qualidade e eficiência. O resultado é claro: processos mais estáveis, produtos mais robustos, menor custo operacional e PPAP full ou VDA nota 1 aprovado mais rápido (*time to market* reduzido), alinhado às exigências globais de competitividade e excelência industrial.

Lembrando que a proposta exposta é apenas uma nova abordagem, o real valor está na colaboração e conexão entre as pessoas, departamentos e cadeia de fornecimento para validação digital dos processos, reduzindo riscos, acelerando resultados e tornando a sua empresa mais competitiva. ■

Wesley Aparecido da Silva - Trabalha na Autoform Engineering.  
[wesley.aparecido@autoform.com.br](mailto:wesley.aparecido@autoform.com.br)

Robson Felício Alves - Trabalha na General Motors do Brasil.  
[robson.alves@gm.com](mailto:robson.alves@gm.com)