

## TECNOLOGIA



Inovação

### Nesta edição:

+ Entrevista: **"Alumínio é tendência global"**

+ Tendência: **Consumo contingenciado**

+ Transporte: **Ônibus do futuro**

+ Na linha de montagem: **GM sai na frente**

+ Tecnologia: **Audi space frame**



## Tecnologia Audi Space Frame

### Fique por dentro do desenvolvimento da nova geração de veículos como Audi TT e R8

O desenvolvimento da nova geração de veículos Audi TT e R8 marcou a apresentação de Luis Bouças, instrutor técnico da Audi Brasil, em evento organizado pela SAE Brasil, na PUC-RJ. Reunido com estudantes, um dos únicos profissionais brasileiros habilitados na manutenção e no conserto dos carros da fabricante, Bouças revelou detalhes da tecnologia Audi Space Frame (ASF), desenvolvida pela própria Audi em sua sede na Alemanha, e que criou um novo conceito de produção de carros, substituindo o aço por alumínio na estrutura da carroceria.

Cartão de visitas de veículos como Audi A2, A8, Audi TT e do superesportivo Audi R8, a tecnologia ASF consiste em uma estrutura de estampados, perfis extrudados e componentes fundidos unidos. De acordo com Bouças, pelo menos 16 técnicas de união são aplicadas no processo de fabricação da carroceria, entre união mecânica (que inclui rebites, recalque e parafusos *flow-drill*), união térmica (solda MIG, solda laser, solda a ponto por resistência, solda MAG e solda de pinos), e técnica de união por adesivagem ou colagem. (Veja em box no fim da página)

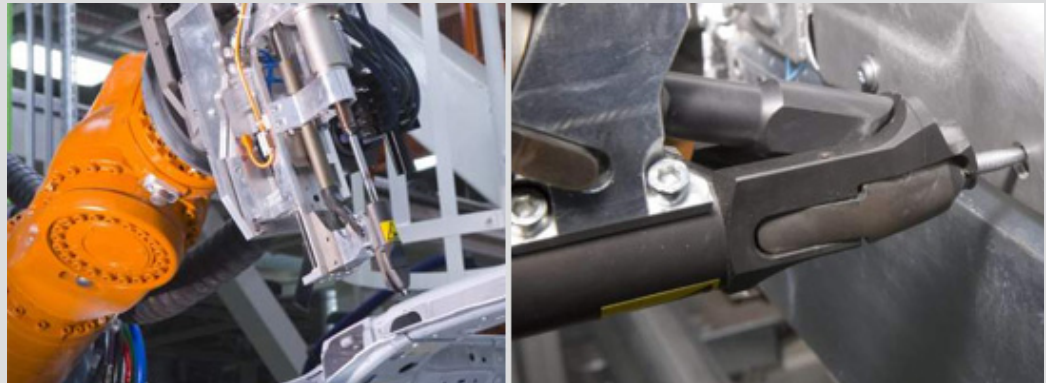


Processo de colocação de rebites estampados na produção

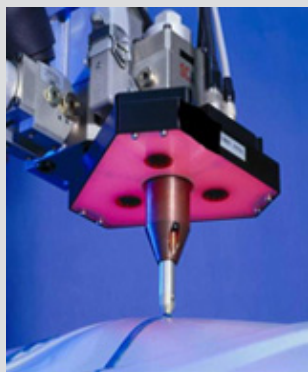
Os rebites estampados representam a técnica mais importante de união da carroceria do novo Audi TT, que pesa 206 quilos e mescla alumínio (140 kg) a aço (66 kg), este utilizado apenas na parte traseira da carroceria para equilibrar a distribuição de peso. A técnica pode ser aplicada tanto na união de peças de alumínio, quanto de alumínio com aço. O Audi TT, por exemplo, recebe 1606 rebites estampados (aplicados na área lateral do esquadro do teto) e 48 rebites maços de alumínio, utilizados na área das calhas.

Para unir alumínio ao aço no Audi TT, a fabricante também utiliza recalques – 110 em peças

anexas de montagem e 54 na estrutura – e parafusos *flow-drill* (229 unidades). No recalque, a união é produzida por meio da deformação das peças. Neste caso, explica Bouças, “a forma especial da matriz é extremamente importante”. Já no atarrachamento *flow-drill*, a peça a ser parafusada é aquecida pelo atrito do parafuso auto-atarrachante em movimento, que é então rosqueado em componentes de alumínio. (veja em destaque)



Processo de rosqueamento do parafuso Flow-Drill na produção.



Aplicação de cola para colagem da estrutura.

O engenheiro ressalta que é imprescindível evitar o contato direto do aço com o alumínio para evitar futuros problemas de corrosão. Para isso, indica atenção às superfícies dos componentes e à escolha adequada de materiais de isolamento, como a pintura.

De acordo com Bouças, a preservação da estrutura contra a corrosão pode ser feita também pela separação dos dois materiais por meio de um adesivo especial. “Na produção, é aplicada a cola para colagem da estrutura de forma totalmente automática e com a supervisão de uma câmera. A cola só endurece totalmente durante o aquecimento da carroceria na

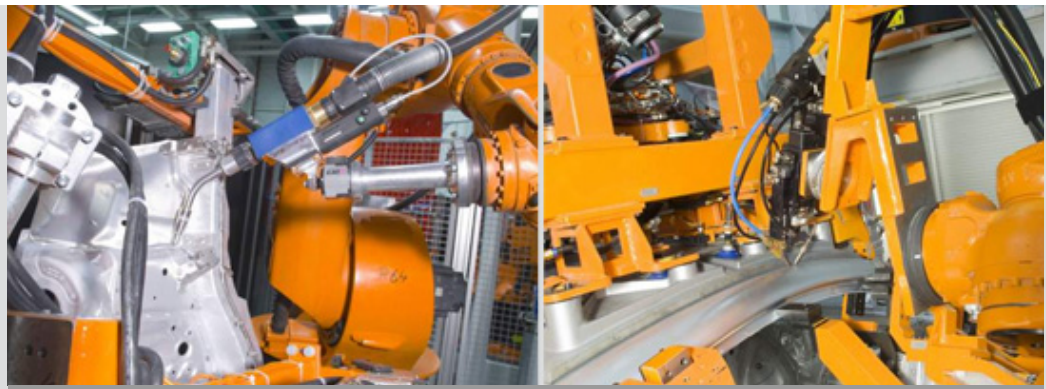
estufa de pintura”, diz.

Segundo Jaroslaw Adamowski e Carla Gambaro, no livro “Aluminium & Cars – design technology innovation”, o uso de adesivos estruturais permite, ainda, a união de partes muito finas (com espessura de 0,5 mm), que não podem ser soldadas. Além disso, esses materiais possibilitam uma distribuição uniforme dos pontos de tensão de uma união e boa resistência à fadiga.

### Soldas

As técnicas de união térmica também são desenvolvidas no Centro de Competência em Alumínio da Audi, localizado em Neckarsulm, na Alemanha. A maioria das ligas de alumínio são soldadas por meio de técnicas convencionais de solda, mas requerem proteção gasosa que permite unir materiais tratados termomecanicamente sem alterar sua estrutura metalúrgica.

A solda MIG (*Metal Inert Gás*), utilizada no Audi TT e no A8 para unir partes de alumínio, é considerada menos complicada que a TIG (*Tungsten Inert Gás*), além de ser mais rápida e permitir maior produtividade. Já a solda a laser é aplicada na calha do teto e na caixa lateral do Audi TT, como pode ser visto na imagem em destaque.



Solda MIG na linha de produção.

Processo de soldagem contínua a laser do teto na produção.

Todas essas tecnologias – e, principalmente, o desenvolvimento delas – resultam num custo em média 30% superior à fabricação de carros em aço, segundo Luis Boucas, da Audi. No entanto, uma vez que os vários elementos que compõem a carroceria *space frame* são independentes, cada um deles pode ser desenhado e construído de maneira diferente, com tecnologia de produção e materiais distintos. Esses fatores “permitem um alto grau de especialização e um nível notável de otimização dos componentes em relação as suas funções, com uma redução drástica do número de componentes – o que reduz o peso do veículo em até 40%, e aumento da flexibilidade da estrutura”, diz Marco Traverso, no livro *Aluminium & Cars*. Luiz Boucas lembra que a partir do enrijecimento das carrocerias contra o “efeito torsional” e, portanto, do aumento da estabilidade dos veículos, a Audi tem conseguido transferir, para a suspensão dos carros, a absorção das vibrações causadas pelas irregularidades do solo.

### Composição do alumínio nos carros

Todas essas tecnologias foram desenvolvidas pela Audi há mais de duas décadas. A fabricante foi a primeira a produzir uma carroceria com o metal, em 1913, a época sob a marca NSU. Em 1984, a companhia alemã apresentou a primeira carroceria totalmente em alumínio e, sete anos depois, criou o protótipo Audi Avus, o primeiro carro com este conceito.

Mas foi o A8 o primeiro veículo com *space frame* em alumínio produzido pela AUDI em grande escala, em 1994. O veículo representou um marco na história da Audi e desde então é referência na aplicação do metal. Mais de 100 mil unidades do primeiro modelo foram produzidas com toda a estrutura em alumínio, numa colaboração com a ALCOA.



Tipos de Aplicação do alumínio no Audi TT

A primeira versão do A8 tem 14% em peças fundidas, 22% em perfis extrudados e 64% de chapas (porta, peças internas, painéis de alumínio estampados). Com essas aplicações, a fabricante conseguiu desenhar um carro que pesa cerca de 250 kg a menos do que um similar em aço. Comparada com o primeiro modelo, a carroceria da nova versão envolve uma drástica redução do número de componentes, obtida por meio de um grande número de elementos multifuncionais produzidos por injeção.

Já o novo Audi TT tem 69% de alumínio em sua estrutura –



Carroceria híbrida do Audi TT tem 69% em alumínio.

sendo 22% de alumínio fundido, 16% de perfis extrudados, 31% de chapas de alumínio -, 31% de chapas de aço, usado na parte traseira, nas portas e na tampa do porta-mala do veículo. "Entre A8 e TT, aumentamos o número de perfis e de componentes fundidos, principalmente para aumento da segurança", diz Bouças.

Mas a última palavra em tecnologia ASF é o novo R8, com carroceria 100% em alumínio e peso de 210 kg. O motor a gasolina que equipa o R8 atual tem 420 cv de potência e torque de 43,8 kgm.

### Variedade de aplicações aprimora segurança

De acordo com Luis Bouças, o uso conjugado de chapas, perfis (extrudados) e fundidos, todos distribuídos em pontos adequados, melhora a absorção de impacto no caso de colisão. "A deformação do alumínio absorve melhor o impacto e é mais resistente à deformação que o aço". Isto acontece porque as estruturas de alumínio oferecem excelente performance, já que, em geral, "perfis tubulares, que colapsam na direção lateral, formam dobras, produzindo excelente resposta às colisões frontais, e garantindo mais de 50% de economia de peso para a mesma quantidade de energia dissipada", diz **Marco Traverso**, no livro *Aluminium & Cars*.

"Por ser muito mais leve que o aço, o alumínio possibilita a produção de uma estrutura mais reforçada que garante melhor proteção nas colisões dianteiras e laterais", comenta Bouças. Além de mais leve e seguro, o material torna o veículo mais resistente, eficiente e econômico.



Por questões como essas, quando se pensa em alumínio em carros, fica difícil não se remeter aos veículos produzidos pela Audi, que há mais de 20 anos conduz pesquisas para aumentar extensamente a aplicação do metal em seus veículos. Extremamente mais leves e resistentes, os veículos construídos dentro deste conceito ganham em desempenho, esportividade, dirigibilidade, segurança e conforto.

Técnica	Procedimento	Quantidade de procedimentos aplicados por veículo Audi TT
Técnica de União Mecânica	Rebites	1654 un.
	Recalque	164 un.
	Parafusos ( <i>Flow-Drill</i> )	96 un.
	Rebites maciço ( <i>Kerb-Konus</i> )	229 un.
Técnica de União Térmica	Solda-MIG	21462 mm
	Solda Laser	5309 mm
	Solda a ponto por resistência	1287 Pontos
	Solda-MAG	809 mm
	Solda de pinos	234 un.
Técnica de Colagem	Colagem	97156 mm
	Fresagem	188 mm
	Perfuração	16 un.

Técnica de trabalho

Abertura de Rosca  
Escovagem  
Rebarbação  
Limpeza a Laser

8 un.  
2300 mm  
26737 mm  
4000 mm



voltar



versão para  
impressão



enviar para  
um amigo



Aluauto é uma publicação trimestral realizada pela ABAL - Associação Brasileira do Alumínio  
Tel.: +55 (11) 5904-6450 • Fax: +55 (11) 5904-6459 • [www.abal.org.br](http://www.abal.org.br)

Produção Editorial: Mirian Blanco  
Projeto web: PHD Comunicação  
Suas sugestões serão muito bem-vindas. Envie e-mail para: [aluauto@abal.org.br](mailto:aluauto@abal.org.br)  
Caso não queira mais receber essa publicação, clique aqui